

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-083048

(43)Date of publication of application : 19.03.2003

(51)Int.Cl.

F01N 3/22

F01N 3/32

F02D 41/22

F02D 45/00

(21)Application number : 2001-280302

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.09.2001

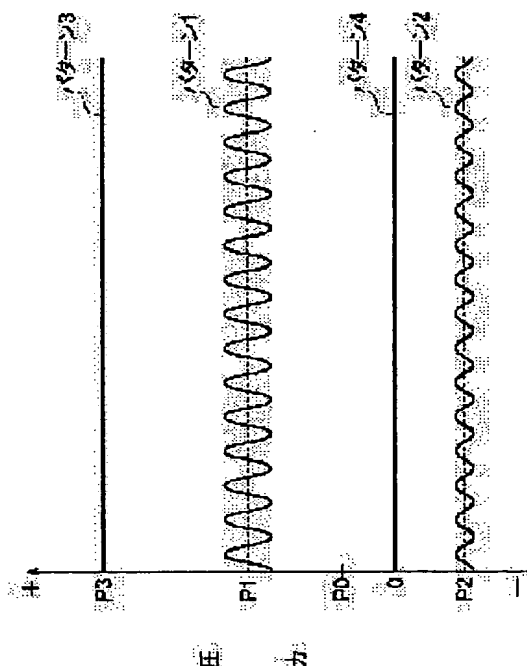
(72)Inventor : HIROOKA SHIGEMASA
YOSHIOKA MAMORU

(54) SECONDARY AIR SUPPLY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a secondary air supply device for accurately determining the abnormality of components and detecting malfunction.

SOLUTION: The secondary air supply device purifies exhaust gas by supplying air to the upstream side of an exhaust emission control device in an engine exhaust pipe for secondary combustion of combustible materials in the exhaust gas. Pressure behavior patterns (patterns 1 to 4) is found from a pressure value and a pressure variation value detected by a pressure sensor arranged between an air pump and an opening/closing valve, and operating conditions of the air pump and the opening/closing valve is determined in accordance with the variations of the pressure behavior patterns during secondary air supply control and its stop control.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-83048

(P 2003-83048A)

(43) 公開日 平成15年3月19日 (2003. 3. 19)

(51) Int. Cl.⁷

F 0 1 N 3/22

識別記号

3 0 1

F I

F 0 1 N 3/22

3 0 1

テマコード* (参考)

S 3G084

3 0 1

F 3G091

3 0 1

Q 3G301

3/32

F 0 2 D 41/22

3 0 1

3/32

F 0 2 D 41/22

3 0 1

E

M

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L

(全 17 頁)

最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-280302 (P2001-280302)

(22) 出願日 平成13年9月14日 (2001. 9. 14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 広岡 重正

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 ▲吉▼岡 衛

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

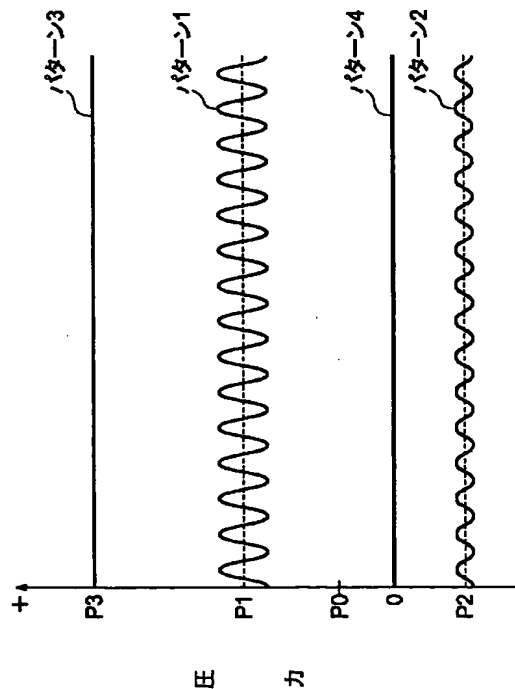
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2次空気供給装置

(57) 【要約】

【課題】 構成部品の異常を正確に判定することが可能で、動作不良の検出も可能とした2次空気供給装置を提供する。

【解決手段】 エンジンの排気管の排気浄化装置上流に空気を供給することで排気中の可燃物質を2次燃焼させて排気の浄化を行う2次空気供給装置であって、エアポンプと開閉弁との間に配置された圧力センサで検出した圧力値と圧力変動値から圧力挙動パターン（パターン1ないし4）を求め、この圧力挙動パターンの2次空気供給制御時と停止制御時での変動を基にしてエアポンプと開閉弁の動作状態を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気系の排気浄化装置より上流側に 2 次空気を供給する 2 次空気供給通路と、前記 2 次空気供給通路を開閉する開閉手段と、前記開閉手段の下流に配置される逆止弁とを備える 2 次空気供給装置であって、

前記 2 次空気供給通路上に配置される圧力センサと、前記圧力センサで検出された圧力値と圧力変動値に基づいて構成部品の異常を検出する異常検出部をさらに備えている 2 次空気供給装置。

【請求項 2】 前記異常検出部は、2 次空気供給制御時および供給停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせから各構成部品の故障モードを検出することを特徴とする請求項 1 記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 3】 前記開閉手段の上流側にエアポンプが配置されており、前記圧力センサは、前記エアポンプと前記開閉手段の中間位置に配置されていることを特徴とする請求項 2 記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 4】 前記圧力センサは絶対圧センサであって、前記異常検出部は、前記圧力センサの機関始動直前の検出値を大気圧として記憶することを特徴とする請求項 3 記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 5】 前記異常検出部は、前記圧力センサの出力値から前記エアポンプの流量を監視する機能をさらに備えていることを特徴とする請求項 3 または 4 のいずれかに記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 6】 前記異常検出部は、前記開閉手段の開・閉制御時にそれぞれ前記エアポンプを駆動させて、前記エアポンプの吐出圧を検出することで前記 2 次空気供給通路の詰まりを検出することを特徴とする請求項 3～5 のいずれかに記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 7】 前記排気系に配置された空燃比センサをさらに備え、前記異常検出部にはその出力がさらに入力されていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 8】 前記異常検出部は、吸入空気量に応じた目標空燃比と実空燃比との差を基にして異常判定を行うことを特徴とする請求項 7 記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 9】 前記異常検出部は、機関冷却水温に応じた予想空燃比と実空燃比との差を基にして異常判定を行うことを特徴とする請求項 7 記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 10】 前記異常検出部は、2 次空気供給制御時、および停止制御時の空燃比の差を基にして異常判定を行う請求項 7～9 のいずれかに記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 11】 前記異常検出部は、2 次空気供給制御を強制的に一時オフにすることで、前記空燃比センサの活性化を判定する請求項 7～10 のいずれかに記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 12】 前記圧力センサは、前記開閉手段と前

記逆止弁の中間に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の 2 次空気供給装置。

【請求項 13】 前記異常検出部は、前記開閉手段が閉制御状態での前記圧力センサで検出される圧力値と圧力変動値を基にして前記逆止弁の異常を検出する請求項 12 記載の 2 次空気供給装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気系に配置される排気浄化装置の上流側に 2 次空気を供給する 2 次空気供給装置に関し、特に、その構成部品の異常検出が可能な 2 次空気供給装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関の排気浄化装置として、排気系に三元触媒を配置し、排気ガス中の CO、HC、NOx 成分を低減して浄化を図る装置が知られている。さらに、排気管に接続された開閉弁を有する 2 次空気供給通路にエアポンプから空気を圧送することで、排気管内に 2 次空気を供給して酸素濃度を高くして、排気ガス中の HC、CO を酸化させることにより排気ガスの浄化を促進する技術が知られている。

【0003】このような 2 次空気供給装置において、エアポンプや開閉弁といった構成部品に以上が生じると、排気ガスの浄化効率が低下してしまい、エミッションが悪化するため、その異常を早期に判定する必要がある。そこで、この種の異常を検出する技術として、特開平 9-21312 号公報や特開平 9-125945 号公報に開示されている技術が知られている。

【0004】前者は、2 次空気供給通路のエアポンプと開閉弁との間に圧力センサを配置し、検出した圧力値を基にして 2 次空気供給装置の異常を検出するものである。また、後者は、2 次空気供給通路に圧力センサを配置し、検出した圧力脈動の最大値と最小値との差を基にして 2 次空気供給装置の異常を検出するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの技術によれば 2 次空気供給装置自体の異常は検出するが、構成部品のいずれが異常であるかを正確に判定することが難しい。さらに、構成部品が正常には機能していない場合でも、圧力値、圧力脈動が正常値を示す動作不良の場合には異常検出ができない。

【0006】そこで本発明は、構成部品の異常を正確に判定することが可能で、動作不良の検出も可能とした 2 次空気供給装置を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る 2 次空気供給装置は、内燃機関の排気系の排気浄化装置より上流側に 2 次空気を供給する 2 次空気供給通路と、2 次空気供給通路を開閉する開閉手段と、開閉手段の下流に配置される逆止弁とを備える 2 次

空気供給装置であって、2次空気供給通路に配置される圧力センサと、圧力センサで検出された圧力値と圧力変動値に基づいて構成部品の異常を検出する異常検出部をさらに備えていることを特徴とする。

【0008】本発明によれば、圧力センサによって圧力値と圧力変動値とをチェックすることで、その組み合わせに応じて各構成部品の故障モードを従来より詳細に判定することができる。

【0009】この異常検出部は、2次空気供給制御時および供給停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせから各構成部品の故障モードを検出することが好ましい。供給制御時、停止制御時の圧力挙動パターンの組み合わせを利用することでさらに詳細な判定が可能となる。

【0010】開閉手段の上流側にエアポンプが配置されており、圧力センサは、エアポンプと開閉手段の中間位置に配置されていることが好ましい。このようにエアポンプと開閉手段の中間位置に配置することで、開閉手段の異常とエアポンプの異常とを個別に検出することが容易になる。

【0011】圧力センサとして絶対圧センサを用いる場合には、異常検出部は、圧力センサの機関始動直前の検出値を大気圧として記憶すると異常検出時には相対圧を把握することができるとともに2次供給系停止時にはこの圧力センサを大気圧センサとして使用することができ、好ましい。

【0012】異常検出部は、圧力センサの出力値からエアポンプの流量を監視する機能をさらに備えていることが好ましい。エアポンプ下流側の2次空気供給装置が正常な場合には、エアポンプの吐出流量と圧力値とは所定の関係が保たれるから、圧力値から吐出流量を推定することができる。

【0013】異常検出部は、開閉手段の開・閉制御時にそれぞれエアポンプを駆動させて、エアポンプの吐出圧を検出することで2次空気供給通路の詰まりを検出してもよい。2次空気供給通路が詰まっていると、2次空気供給時には、エアポンプの異常によって吐出流量が確保されていないにもかかわらず、圧力挙動が正常時と同様の挙動を示すことがある。本発明によれば、閉制御時にエアポンプを駆動させることで、吐出圧力の低下を検知することで、エアポンプの異常と2次空気供給通路の詰まりを同時に判定することができる。

【0014】排気系に配置された空燃比センサをさらに備え、異常検出部にはその出力がさらに入力されているもよい。排気系における空燃比をチェックすることで、2次空気供給が正常に行われているか否かを判定することができる。

【0015】ここで、異常判定は、吸入空気量に応じた目標空燃比と実空燃比との差を基にするか、機関冷却水温に応じた予想空燃比と実空燃比との差を基にするか、2次空気供給制御時、および停止制御時の空燃比の差を

基にすることが好ましい。

【0016】2次空気供給制御は冷間始動時に行われるが、空燃比センサが活性化するまでには始動後一定の時間を要するので、2次空気供給制御を強制的に一時オフにすることで、空燃比センサの活性化を判定することが好ましい。

【0017】また、圧力センサは、開閉手段と逆止弁の中間に配置されていてもよい。この場合、開閉手段が閉制御状態での圧力センサで検出される圧力値と圧力変動値を基にして逆止弁の異常を検出することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

【0019】図1は、本発明に係る2次空気供給装置の構成を示す概略図である。この2次空気供給装置1は、内燃機関である多気筒ガソリンエンジン（以下、単にエンジンと呼ぶ。）2に取り付けられるものである。ここで、エンジン2には吸気管20と排気管21とが取り付けられており、吸気管20には、スロットル24が配置され、吸気フィルタ25に接続されている。吸気フィルタ25とスロットル24の間には、空気量（一次空気量）を測定するためのエアフローメータ26が配置されている。一方、排気管21下流には、3元触媒からなる排気浄化装置22が配置されており、排気浄化装置の上流と下流の双方に排気中の酸素濃度を検知するためのO₂センサ31、32が配置されている。なお、O₂センサに代えて、A/Fセンサ、リニアO₂センサを用いてもよい。

【0020】2次空気供給装置1は、吸気管20の吸気フィルタ25とスロットル24との間の位置と排気管21のエンジン2と上流側O₂センサ31との間を接続する2次空気供給通路11を備えており、この2次空気供給通路11上に吸気管20側から電気モータ駆動式のエアポンプ（AP）12、エアスイッチングバルブ（ASV）13、逆止弁であるリード弁（RV）14が配置される。そして、AP12とASV13との間に圧力センサ15が配置されている。このASV13には、吸気管20のスロットル24下流から延びる配管16が接続されており、この配管16にはさらに電磁弁17が配置されている。

【0021】2次空気供給装置1の動作を制御する制御装置10には、エンジンを制御するエンジンECU23と相互に情報をやりとりできるよう接続されているほか、圧力センサ15、O₂センサ31、32の出力信号が入力されるとともに、AP12のモータ駆動と電磁弁17の開閉を制御する。なお、制御装置10は、エンジ

ン ECU 23 の一部をなしていてもよい。

【0022】この 2 次空気供給装置 1 は、主として冷間始動時等の燃料濃度が高く、空燃比 (A/F) が小さく、かつ、排気浄化装置 22 が十分に昇温しておらずその機能が十分に発揮されにくい状態において、制御装置 10 が電磁弁 17 を開くことで、吸気管 20 内の負圧を ASV 13 に導いて、ASV 13 を開制御するとともに、エアポンプ 12 を駆動させることで、エアフィルタ 25 を通過した空気の一部を 2 次空気供給通路 1-1 を介して排気管 21 内に導くことで、排気中の酸素濃度を上昇させて、その A/F を上げ、排気中の HC、CO の排気管 21 における 2 次燃焼を促して排気の浄化を図るとともに、排気温度を上昇させることで排気浄化装置 22 の 3 元触媒の昇温を促進することによりエミッションの悪化を抑制する。なお、ASV 13 と電磁弁 17 の組み合わせに代えて、ASV 13 部分に直接、電磁弁を使用することもできる。

【0023】本発明に係る 2 次空気供給装置 1 は、構成部品すなわち、エアポンプ 12、ASV 13、RV 14 等の異常を検出する機能を備えていることを特徴とす

* 20

* する。具体的には、制御装置 10 が、2 次空気供給通路 10 上に配置される圧力センサ 15 で検出される圧力挙動に基づいて構成部品の異常検出を行う。以下、この異常検出の処理ルーチンのいくつかについて詳細に説明する。

【0024】まず、第 1 の異常検出処理ルーチンについて説明する。この処理について具体的に説明する前に、2 次空気供給通路 10 内の圧力挙動について簡単に説明する。

【0025】図 2、図 3 は、図 1 における A、B 两点における圧力挙動の考えられるパターンを模式的に示したグラフである。ここでは、RV 14 は正常に機能しているものとする。ここで、A 点は、本実施形態で圧力センサ 15 が配置されるエアポンプ 12 と ASV 13 との間であり、B 点は、ASV 13 と RV 14 との間の位置である。表 1 にエアポンプ 12 と ASV 13 の作動状態の組み合わせとそれぞれの場合の两点における圧力変動パターンをまとめて示す。

【0026】

【表 1】

AP	ASV	圧力挙動パターン	
		A 点	B 点
作動	開	1	a
停止	開	2	b
作動	閉	3	c
停止	閉	4	c

【0027】これを基にして、圧力挙動パターンから逆にエアポンプ 12、ASV 13 の作動状況を推定することができる。

【0028】続いて、図 4～図 7 のフローチャートを参照して第 1 の異常検出ルーチンを説明する。図 4 はこのルーチンのメインフロー図であり、図 5～図 7 はそのサブルーチンを詳細に示すフローチャートである。図 4 に示される処理は、基本的に制御装置 10 によって始動時に一度行われる処理であり、図 5～図 7 の処理は、図 4 のメイン処理からそれぞれ一度ずつ呼び出される。

【0029】まず、図 4 に示されるステップ S 2 では、2 次空気供給制御（フローチャートおよび以下の説明では、A I と略す）の実行条件が成立しているか否かをチェックする。この実行条件は、エンジン ECU 23 から送られるエンジン冷却水温、吸気温、始動経過時間、バッテリー電圧、負荷条件等により決定される。ここで、A I 実行条件が不成立の場合で、A I を実行する必要がないと判定した場合には、処理を一部スキップして後述するステップ S 16 へと移行する。なお、A I 実行条件が未成立にすぎない場合で、時間が経過したら A I を実行する必要がある場合には、条件を満たすまでステップ S 2 で待機する。そして、A I 実行条件が成立した場合には、ステップ S 4 へと移行する。

【0030】ステップ S 4 では、既に A I 機器の異常検

出済みでないかをチェックする。後述する A I 機器の異常を示すフラグは、車両の補機電源をオフにした場合でもリセットされることなく、A I 機器の点検、整備を行った場合にのみリセットされることが好ましい。異常検出済みの場合には、処理をスキップして後述するステップ S 32 へと移行する。これにより、異常が既に判明している状態で A I を作動させようとすることで発生するトラブルを防止できる。

【0031】ステップ S 4 で、事前に A I 機器の異常が検出されていないと判定された場合には、ステップ S 6 へと移行して、エアポンプ 12 を作動させるとともに、ASV 13 を開弁する。続く、ステップ S 8 では、異常検出条件が成立しているか否かをチェックする。この異常検出条件とは、A I 実行から所定の時間が経過してエアポンプ 12 の作動が安定した状態にあり、エンジン 2 の回転数、負荷や車両の車速条件からエンジンがアイドル状態にあり、異常検出が容易な状態にあることを判定できる条件を指す。異常検出条件が満たされている場合には、ステップ S 10 に移行して、供給制御時の圧力挙動パターンを判定する。

【0032】この供給制御時圧力挙動判定処理（ステップ S 10）では、図 5 に示されるようにまず、ステップ S 100 で圧力センサ 15 で検出した圧力値 P の時間変化を所定の時間に渡って取り込む。そして、続く、ステ

30

40

50

ップS102では、その平均値Pmを算出する。さらに、ステップS104では、圧力値Pの脈動の振幅値Paを算出する。

【0033】ステップS106では、まず、圧力値Pの脈動の振幅値Paと閾値Pa0とを比較する。PaがPa0より大きい場合には、図2で示される脈動の大きなパターン1、2のいずれかであると判定して、ステップS108へと移行する。そして、ステップS108では、圧力の平均値Pmと閾値P0とを比較する。PmがP0より大きい場合には、パターン1であり、2次空気供給が行われていると判定して、ステップS110へと移行し、供給空気量Qをチェックする。ここで、エアポンプ12の吐出圧力とその供給空気量とは図8に示されるような関係がある。そこで、吐出圧力（実際には、圧力センサ15による測定値の平均値Pm）から供給空気量を推定することができる。供給空気量が図8に示されるQxより少ないと、排気中の燃料濃度が高いまま維持され、エミッションが悪化するおそれがある。ステップS110では、推定供給空気量がこのQxを上回っているか否かチェックする。なお、吐出圧力値自体を閾値Pxと比較してもよい。

【0034】ステップS112で供給空気量が少ないと判定された場合には、ステップS114へと移行して、フラグXfaildownに1をセットし、ステップS120へと移行する。供給空気量が充分な場合にはステップS120へと直接移行する。そして、ステップS120では、フラグF11に1をセットし、ステップS130へと移行してフラグXstep1に1をセットし、このサブルーチンを終了する。

【0035】ステップS108でPmがP0以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン2であると判定し、ステップS140へと移行して、フラグF12に1をセットし、ステップS130の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

【0036】ステップS106でPaがPa0以下であった場合には、図2で示される脈動のないパターン3、4のいずれかであると判定して、ステップS150へと移行する。そして、ステップS150では、ステップS108と同様にPmとP0とを比較する。PmがP0より大きい場合には、圧力挙動パターンはパターン3であると判定し、ステップS160へと移行して、フラグF13に1をセットし、ステップS130の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

【0037】一方、ステップS150でPmがP0以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン4であると判定し、ステップS170へと移行して、フラグF14に1をセットし、ステップS130の処理を行った後、このサブルーチンを終了する。

【0038】図5のサブルーチンが終了すると、図4に示されるメインフローのステップS12のAI終了条件

判定へと移行する。AI終了条件が満たされない場合には、ステップS8へと戻り、処理を繰り返す。一方、ステップS8で異常検出条件が満たされていない場合には、ステップS10の圧力挙動判定をスキップしてステップS12へと移行する。これにより、AI実行中の圧力挙動パターン判定の判定成功率、精度を向上させることができる。

【0039】ステップS12でAI終了条件が成立したと判定された場合には、ステップS14へと移行してエアポンプ12を停止させ、ASV13を閉じてAI制御を停止する。そして、ステップS16へと移行してフラグXstep1の値をチェックすることで、ステップS10の圧力挙動判定が終了しているか否かチェックする。Xstep1が1以外の場合には、供給制御時の圧力挙動パターンの判定ができていないので、その後の判定処理をスキップして後述するステップS32へと移行する。一方、Xstep1が1の場合には、供給制御時の圧力挙動パターンの判定を終了しているため、次の処理ステップS18へと移行する。ステップS18では、次の停止制御時圧力挙動判定（ステップS20）を行うための異常検出条件が満たされているか否かチェックする。満たされていた場合には、ステップS20へと移行して停止制御時圧力挙動判定を行う。

【0040】図6に示されるこの停止制御時圧力挙動判定処理（ステップS20）のサブルーチンは、図5に示される制御時圧力挙動判定処理のサブルーチンと類似する。まず、ステップS200で圧力センサ15で検知した圧力値Pの時間変化を所定の時間に渡って取り込む。続いてその平均値Pm算出（ステップS202）と圧力値Pの脈動の振幅値Paの算出（ステップS204）を行う。

【0041】ステップS206では、まず、Paと閾値Pa0とを比較する。PaがPa0より大きい場合には、図2で示される脈動の大きなパターン1、2のいずれかであると判定して、ステップS208へと移行する。そして、ステップS208では、圧力の平均値Pmと閾値P0とを比較する。PmがP0より大きい場合には、パターン1であると判定して、ステップS220へと移行し、フラグF21に1をセットする。

【0042】ステップS208でPmがP0以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン2であると判定し、ステップS240へと移行して、フラグF22に1をセットする。

【0043】ステップS206でPaがPa0以下であった場合には、図2で示される脈動のないパターン3、4のいずれかであると判定して、ステップS250へと移行する。そして、ステップS250では、ステップS208と同様にPmとP0とを比較する。PmがP0より大きい場合には、圧力挙動パターンはパターン3であると判定し、ステップS260へと移行して、フラグF

10

20

30

40

50

23に1をセットする。

【0044】一方、ステップS250でPmがP0以下であった場合には、圧力挙動パターンはパターン4であると判定し、ステップS270へと移行して、フラグF24に1をセットする。

【0045】フラグF21～F24をセットした後は、いずれの場合もステップS230へと移行してフラグXstep2に1をセットし、このサブルーチンを終了する。

【0046】図6のサブルーチンが終了すると、図4に示されるメインフローのステップS24へと移行する。一方、ステップS18で異常検出条件が成立していない場合には、ステップS22へと移行してAI停止後、所定時間が経過しているか否かをチェックし、経過していない場合には、ステップS18へと戻ることで、AI停止後所定時間は再判定を試みる。所定時間経過していた場合には、ステップS24へと移行する。

*

モード	AP	ASV	圧力挙動パターン	
			供給制御時	停止制御時
1	○	○	1	4
2	○	×開固着	1	2
3	○	×閉固着	3	4
4	×常時作動	○	1	3
5	×常時作動	×開固着	1	1
6	×常時作動	×閉固着	3	3
7	×不作動	○	2	4
8	×不作動	×開固着	2	2
9	×不作動	×閉固着	4	4

【0050】ここで、○は正常を、×は機器の異常を表す。

【0051】図7に示されるステップS30の異常判定処理の処理フローはこの表2を基にして判定を行うものである。まず、ステップS300では、フラグF11が1であるか否かをチェックする。1の場合は供給制御時の圧力挙動パターンがパターン1であることを示しているので、次にステップS302へと移行し、フラグF24が1であるか否かをチェックする。1の場合は停止制御時の圧力挙動パターンがパターン4であることを示すから、表2から明らかのようにこの組み合わせはモード1であり、エアポンプ12、ASV13とも正常であることを示す。そこで、ステップS304へと移行してフラグXfaildownの値をチェックすることで、流量低下が起こっていないか否かをチェックする。Xfaildownが1でない場合には、流量低下が引き起こされておらず、機器がいずれも正常であるから、ステップS306へと移行して、故障診断フラグXAIに正常であることを示す1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、Xfaildownが1の場合には、流量低下があることから、エアポンプ12の作動不良の可能性がある、ステップS318へと移行して、故障診断フラグXAIに異常であることを示す-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0052】ステップS302でF24が1でない場合

*【0047】ステップS24では、フラグXstep2の値をチェックすることで、ステップS20の圧力挙動判定が終了しているか否かをチェックする。Xstep2が1以外の場合には、停止制御時の圧力挙動パターンの判定ができていないので、その後の判定処理をスキップして後述するステップS32へと移行する。一方、Xstep2が1の場合には、停止制御時の圧力挙動パターンの判定を終了しているので、次の処理ステップS30へと移行する。

【0048】ステップS30は、ステップS20とS3

0の判定結果を基にして構成部品を異常を判定する。エアポンプ12、ASV13のそれぞれの正常、異常モードの組み合わせに対して供給・停止制御時の圧力挙動パターンを対応させて表2にまとめて示す。

【0049】

【表2】

には、表2におけるモード2、4、5のいずれかであるから、ステップS310へと移行する。このステップS310では、まずフラグF22が1であるか否かをチェックする。F22が1でない場合、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン2ではなく、パターン1、3であるモード4、5の場合には、エアポンプ12が常時作動している故障状態にあることから、ステップS312へと移行して、エアポンプの故障診断フラグXFAPに常時作動故障であることを示す1をセットしてステップS314へと移行する。一方、F22が1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン2の場合、つまりモード2の場合には、エアポンプ12は正常であるから、ステップS312をスキップしてステップS314へと移行する。

【0053】続く、ステップS314では、フラグF23が1であるか否かをチェックする。F23が1でない場合、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパターン3ではなく、パターン1、2であるモード2、5の場合には、ASV13が常時開弁している開固着状態にあることから、ステップS316へと移行して、ASVの故障診断フラグXFASVに開固着であることを示す1をセットしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。一方、F23が1、つまり停止制御時の圧力挙動パターンがパ

ターン3、つまりモード4の場合には、ASV13は正常であるから、ステップS316をスキップしてステップS318へと移行し、故障診断フラグXAIに-1をセットしてサブルーチンを終了する。

【0054】一方、ステップS300でF11が1でないと判定された場合には、モード3、6～9のいずれかであることを示す。この場合には、ステップS320へと移行してフラグF12が1であるか否かをチェックする。F12が1、つまり供給制御時の圧力挙動パターンがパターン2の場合はモード7、8のいずれかであり、10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634 2635 2636 2637 2638

の場合はエアポンプ 12 の使用電力、電圧、電流等をチェックして補正すればよい。また、ASV 13 の開固着時には、エンジン 2 による排気脈動が伝達される可能性があるが、この場合、平均圧力は大気圧近傍となるので平均化処理により大気圧を検出することが可能である。

【0062】この第 1 の異常検出ルーチンにさらに配管の詰まり判定を追加することも可能である。図 9 は、この詰まり判定処理を示すフローチャートであり、図 7 に示されるステップ S 304 とステップ S 306 との間に挿入されることで第 1 の異常検出ルーチン中での詰まり判定を可能とする。

【0063】ステップ S 304 でフラグ Xfaildown の値が 1 でないと判定された場合には、ASV 13 が閉状態のまま、エアポンプ 12 を一時駆動させ（ステップ S 301）、圧力センサ 15 によりその吐出圧 P を読み込む（ステップ S 303）、そして計測した吐出圧 P と閾値 P_v とを比較する（ステップ S 305）。P が P_v より小さい場合には、エアポンプの作動不良が起こっているにもかかわらず、AI 供給制御時には、一定の圧力値が検出されたことを示す。これは、ASV 13 下流の配管が詰まっているため、エアポンプ 12 の吐出量が充分でないのに一定の圧力上昇が見られたことを示すから、ステップ S 307 へと移行して配管状態を表すフラグ Xjam に詰まりを示す 1 をセットするとともに、エアポンプ流量を表すフラグ Xfaildown に流量低下を示す 1 をセットして、ステップ S 318 へ移行する。充分な圧力上昇が見られる場合には、エアポンプ 12 の流量低下、配管詰まりはないとしてステップ S 306 へ移行する。これにより、配管を含めた 2 次空気供給装置の異常を判定することができる。

【0064】次に、第 2 の異常検出ルーチンについて図 10～図 12 を参照して説明する。この異常検出ルーチンが実施される 2 次空気供給装置では、図 10 に示されるように圧力センサ 15 が B 点に配置されている点が図 1 に示される 2 次空気供給装置と異なる。図 11 は異常検出処理のメインフロー図であり、図 12 はそのうちのリード弁の異常判定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0065】まず、ステップ S 38 では、AI 実行条件が成立しているか否かをチェックする。これは図 4 に示されるステップ S 2 と同等の処理である。条件が成立していない場合（未成立の場合を除く。未成立の場合には条件が成立するまで待機する。）には、その後の処理をスキップして終了する。条件が成立している場合には、次に、ステップ S 39 へと移行して、既に AI 機器の異常検出済みでないかをチェックする。この処理は図 4 に示されるステップ S 4 と同等の処理である。異常検出済みの場合には、処理をスキップして後述するステップ S 57 へと移行する。これにより、異常が既に判明している状態で AI を作動させようとすることで発生するトラ

ブルを防止できる。

【0066】ステップ S 39 で、事前に AI 機器の異常が検出されていないと判定された場合には、ステップ S 40 へと移行して、リード弁の異常判定処理を行う。図 12 はこの異常判定処理を示すフローチャートである。

【0067】まず、所定時間の圧力値 P の変動を読み込み（ステップ S 400）、圧力平均値 P_m を算出する（ステップ S 401）。次に、この P_m と閾値 P_A (P_A は負圧、すなわち、大気圧以下である。) とを比較する

（ステップ S 402）。負圧が発生している場合には、B 点では、エンジン 2 によって発生する排気管 21 内の圧力脈動のうち最小圧力（負圧）でホールドされていることを意味し、RV 14 が正常に機能していると判定してそのまま処理を終了する。

【0068】一方、負圧が発生していない場合には、ステップ S 403 へと移行してシステムの状態を示すフラグ XAI に異常を示す値 -1 をセットする。そして、圧力脈動の変動値 ΔP を算出する（ステップ S 404）。そして、この ΔP と閾値 ΔP_A とを比較する。 ΔP が ΔP_A より大きい場合には、RV 14 が常時開弁状態にあって、エンジン 2 によって発生する排気管 21 内の圧力脈動が B 点に直接伝わっていることを意味するから、ステップ S 407 へと移行して RV 14 の故障状態を示すフラグ XFRV に開固着状態であることを示す 1 をセットして処理を終了する。

【0069】一方、ステップ S 406 で圧力脈動がないと判定された場合には、 P_m が大気圧近傍あるいはそれ以上でホールドされていることを意味する。そこで、ステップ S 408 でまず、 P_m が大気圧近傍か（相対圧が 0 近傍であるか）否かをチェックする。 P_m が大気圧近傍ではない、すなわち、大気圧より高い状態にある場合には、AI が停止制御状態であるにも関わらず、作動していることを意味するから、エアポンプ 12 の故障状態を表すフラグ XFAP に常時作動状態であることを示す 1 を、ASV 13 の故障状態を表すフラグ XFAV に開固着状態であることを示す 1 をそれぞれセットして（ステップ S 409）処理を終了する。

【0070】 P_m が大気圧近傍であった場合には、ステップ S 410 へと移行してさらに ΔP と別の閾値 ΔP_c （ここで $\Delta P_c < \Delta P_A$ である。）とを比較する。 ΔP が ΔP_c より大きい場合には、ASV 13 が開弁状態にあって吸気側の脈動が伝わっているものと判定し、ASV 13 の故障状態を表すフラグ XFAV に開固着状態であることを示す 1 をセットして（ステップ S 412）処理を終了する。一方、 ΔP が ΔP_c 以下の場合には、ASV 13、RV 14 とともに開弁状態にあるものと判定し、RV 14 の故障状態を示すフラグ XFRV に開固着状態であることを示す -1 をセットして（ステップ S 411）処理を終了する。

【0071】図 12 のサブルーチンの処理が終了する

と、図 11 に示されるステップ S 41 へと移行してフラグ XAI の値をチェックする。値が -1 の場合には、機器の故障が検出されているので、後述するステップ S 57 へと移行し、値が -1 でない（正確には異常検出処理が終了していないため初期値 0 である）場合には、ステップ S 43 へと移行し、エアポンプ 12 を作動させ、ASV 13 を開弁して、AI 供給を開始する。続く、ステップ S 44 では、異常検出条件が成立しているか否かをチェックする。この異常検出条件は図 4 におけるステップ S 8 の条件と同一である。異常検出条件が満たされていない場合には判定処理をスキップしてステップ S 50 へと移行する。

【0072】異常検出条件が満たされている場合には、ステップ S 45 に進み、フラグ XAI の値をチェックする。XAI が 0 の場合、つまり異常検出処理がまだ行われていない場合のみ、ステップ S 46 へと移行し、既に正常との判定結果が得られている場合には、判定処理をスキップしてステップ S 50 へと移行する。なお、異常の場合に、この処理は迂回される。

【0073】ステップ S 46 では、所定時間の圧力値 P の変動を読み込む。そして、圧力平均値 Pm を算出する（ステップ S 47）。ステップ S 48 では、この Pm と閾値 P₀（大気圧より高い）とを比較する。Pm が P₀ より大きい場合には、十分な 2 次空気供給があると判定し、ステップ S 49 へと移行して故障診断フラグ XAI に正常であることを示す 1 をセットする。ステップ S 50 では、AI 終了条件が成立しているか否かをチェックし、成立していない場合には、ステップ S 44 へと戻ることで、処理を繰り返し、2 次空気供給を継続する。一方、AI 終了条件が成立した場合には、ステップ S 51 へと移行してエアポンプ 12 を停止させるとともに、ASV 13 を閉弁して 2 次空気供給を停止して処理を終了する。

【0074】ステップ S 48 で Pm が P₀ 以下であると判定された場合には、ステップ S 52 へと移行し、この Pm と P_A（大気圧より低い負圧である。）とを比較する。Pm が P_A より小さい場合には、ASV 13 が閉弁状態にあり、2 次空気供給が妨げられていると判定して ASV 13 の故障状態を表すフラグ XFASV に閉固着状態であることを示す -1 をセットし（ステップ S 53）、ステップ S 55 へと移行する。一方、Pm が P_A 以上の場合には、ASV 13 は正常に開弁状態にあるが、エアポンプ 12 が停止している結果、エアフィルタ 25 側と連通し、ほぼ大気圧に近い状態にあるものと判定し、エアポンプ 12 の故障状態を表すフラグ XFAP に不作動状態であることを示す -1 をセットし（ステップ S 54）、ステップ S 55 へと移行する。

【0075】ステップ S 55 では、システムの状態を示すフラグ XAI に異常を示す値 -1 をセットする。そして、ステップ S 56 では、エアポンプ 12 を停止させ、

ASV 13 を閉弁させる制御を行う。実際には、いずれかの部品が故障しているため、元々 2 次空気供給は行っていないが、他の正常な機器の故障を誘発するのを避けるためにこの処理が行われる。続く、ステップ S 57 では、図 4 におけるステップ S 34 と同様に図示していない表示装置やアラームを利用して運転者に対してシステムに異常がある旨あるいは故障検知が行えなかった旨を通知する警告処理を行い、処理を終了する。

【0076】この実施形態によれば、RV 14 の異常と他の一部の機器の異常判定を AI 実行前に行うことができる。また、AI 実行中に他の機器の異常判定も行うことが可能である。

【0077】次に、第 3 の異常検出ルーチンについて図 13～図 15 を参照して説明する。このこの異常検出ルーチンが実施される 2 次空気供給装置では、図 13 に示されるようにエアポンプ 12 を有していない点が図 10 に示される 2 次空気供給装置と異なる。図 14 は異常検出処理のメインフローであり、図 15 はそのうちのリード弁の異常判定処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0078】第 3 の異常検出ルーチンの処理内容は、第 2 の異常検出ルーチンの処理内容とほぼ同様であるため、一致する部分の詳細な説明は省略する。AI 実行条件成立判定（ステップ S 39）、AI 機器異常判定（ステップ S 40）を経てリード弁異常判定処理（ステップ S 40a）に移行する。図 15 はこの異常判定処理を示すフローチャートである。この異常判定処理は図 13 に示される異常判定処理フローのうち、エアポンプ 12 に関連するステップ S 408、S 409 のみを除外したものである。したがって、その内容の詳しい説明は省略する。

【0079】図 15 のサブルーチンの処理が終了すると、図 14 に示されるステップ S 41 へと移行してフラグ XAI のチェック（ステップ S 41）の後、値が -1 でない場合には、ASV 13 を開弁して、AI 供給を開始する（ステップ S 43a）。続いて、異常検出条件成立を確認し（ステップ S 44）、満たされていない場合には判定処理をスキップしてステップ S 50 へと移行する。

【0080】異常検出条件が満たされている場合には、フラグ XAI を確認し（ステップ S 45）、XAI が 0 の場合のみ、ステップ S 46 へと移行し、他の場合には、判定処理をスキップしてステップ S 50 へと移行する。

【0081】ステップ S 46 では、所定時間の圧力値 P の変動を読み込む。そして、圧力平均値 Pm を算出する（ステップ S 47）。ステップ S 48a では、この Pm が大気圧近傍であるか（絶対圧の場合は 0 近傍か）を確認する。大気圧近傍の場合は、十分な 2 次空気供給があると判定し、ステップ S 49 へと移行して故障診断フラグ XAI に正常であることを示す 1 をセットする。ステッ

10

20

30

40

50

ブS50では、AI終了条件が成立しているか否かをチェックし、成立していない場合には、ステップS44へと戻ること、処理を繰り返し、2次空気供給を継続する。一方、AI終了条件が成立した場合には、ステップS51aへと移行してASV13を閉弁して2次空気供給を停止して処理を終了する。

【0082】ステップS48aでPmが大気圧近傍でない、具体的には負圧が大きい場合は、ASV13が閉弁状態にあり、2次空気供給が妨げられていると判定して、ステップS55aへと移行し、ASV13の故障状態を表すフラグXFASVに閉固着状態であることを示す-1をセットするとともに、システムの状態を示すフラグXAIに-1をセットする。(ステップS53)。そして、ステップS56aでは、ASV13を閉弁させる制御を行う。実際には、ASV13は閉固着状態にあるが、他の正常な機器の故障を誘発するのを避けるためにこの処理が行われる。続く、ステップS57の処理は、図11におけるのと同様である。

【0083】本異常検出処理ルーチンによっても第2の異常検出処理ルーチンと同様に構成機器の異常モードを正確に判定することができる。

【0084】次に、第4の異常検出処理ルーチンについて図16～図18を参照して説明する。この異常検出処理ルーチンは、図1に示される2次空気供給装置において実施されるものである。そして、エアポンプ12の吐出量低下と燃料系異常を判定するものであって、図4～図6に示される第1の異常検出処理ルーチンと併用することが可能である。

【0085】図16は、この処理ルーチンのメインフローを示している。まず、ステップS60では、AI制御中であるか否かをチェックする。AI制御中でない場合にはその後の処理をスキップして処理を終了する。一方、AI制御中の場合にはステップS62へと移行する。

【0086】次に、所定時間のエアポンプ12の吐出圧Pの変動、実際には圧力センサ15の測定値を読み込み(ステップS62)、圧力平均値Pmを算出する(ステップS64)。次に、このPmと閾値P_Fとを比較する(ステップS66)。PmがP_F以下の場合には、吐出量が不足していることを意味するから(図8参照)、ステップS67へ移行してエアポンプの流量低下を表すフラグXfaildownに1をセットするとともに、システムの状態を示すフラグXAIに故障状態であることを示す-1をセットして処理を終了する。

【0087】一方、PmがP_Fより大きい場合には、ステップS68へと移行してPmと閾値P_oとを比較する(ここでP_F<P_o)。PmがP_o以上の場合には、エアポンプ12は正常であるが、配管が詰まっているため吐出圧が増大していると判定し、ステップS69へと移行して配管詰まりを表すフラグXjamに1をセットすると

もに、システムの状態を示すフラグXAIに故障状態であることを示す-1をセットして処理を終了する。

【0088】一方、PmがP_oより小さい場合には、ステップS70のA/Fセンサ活性化判定処理へと移行する。ここで、A/Fセンサとは図1に示されるO₂センサ31を含む排気の空燃比、空気過剰率等を検出できるセンサを指す。

【0089】図17はこのA/Fセンサ活性化判定処理の具体的処理のフローチャートである。まず、ステップS700では、AI制御中であるか否かをチェックする。制御中でない場合には処理をスキップして終了する。続く、ステップS702では、活性化状態を示すフラグXAFの値をチェックする。フラグXAFの値は活性化判定未了の場合には0を、センサ異常の場合には-1を活性化済みの場合には1をとる。ステップS702でXAFが0以外の場合にはその後の処理をスキップして終了する。

【0090】その次のステップS704、S706では、エンジン始動後の経過時間 Δt_{st} と所定の閾値 Δt_{th1} 、 Δt_{th2} とをそれぞれ比較する(ここで、 $\Delta t_{th1} < \Delta t_{th2}$ である)。 Δt_{st} が Δt_{th1} 以下の場合には、エンジン2の回転が安定していない可能性があるので、ステップS700へと戻って処理を繰り返す。 Δt_{st} が Δt_{th2} 以上の場合には、 Δt_{th2} 経過してもA/Fセンサが活性化していないことを示すから、A/Fセンサが異常であると判定し、ステップS707へ移行してフラグXAFに-1をセットして処理を終了する。それ以外、つまり Δt_{st} が Δt_{th1} を越え、 Δt_{th2} 未満の場合には、ステップS708へと移行してエンジンECU23からスロットル開度の時間変化量 $\Delta \theta$ を取り込み、これを閾値 $\Delta \theta_{th}$ と比較する。 $\Delta \theta$ が $\Delta \theta_{th}$ 以上の場合には、エンジン2が過渡状態にあり、以下に示す活性化判定を正確に行うことができないため、ステップS700へと戻り、再度処理を繰り返す。

【0091】ステップS708でエンジンが $\Delta \theta$ が $\Delta \theta_{th}$ より小さいと判定された場合には、次にエアポンプ12を停止させ、ASV13を閉弁して、AIを一時停止し(ステップS710)、O₂センサ31の出力値から停止前後のA/Fの差 $\Delta \lambda$ を演算する(ステップS712)。続くステップS714では、この $\Delta \lambda$ と閾値 $\Delta \lambda_{th}$ とを比較する。AI供給時と停止時に有為な差が見られれば、A/Fセンサが活性化しているとみなせるから、ステップS716へと移行してフラグXAFに1をセットして処理を終了する。一方、有為な差が見られない場合には、未だ活性化していないとしてフラグXAFを変更することなく0のまま処理を終了する。

【0092】図17に示される判定処理終了後は、図16に示されるステップS72に戻り、フラグXAFの値がチェックされる。この値が0の場合には、ステップS70へと戻り(一定の待機時間を設けることが好まし

い)、再判定を行う。値が-1の場合には、A/Fセンサを利用したこれ以下の処理判定が行えないので、その後の処理をスキップして終了する。そして値が1の場合にのみステップS74へと移行する。

【0093】ステップS74では、O₂センサ31の出力からAI時の排気2次A/F値 λ_2 を読み込み、続いて、エアフローメータ26で測定される吸入空気量Gaから算出される目標2次A/F値 λ_{2t} を算出する(ステップS76)。このGaと λ_{2t} との間には、図18

(a)に示される関係がある。ステップS78では、 λ_2 と λ_{2t} とを比較する。 λ_2 が λ_{2t} 以上の場合には、十分な2次空気が供給されているとして、ステップS80へと移行してシステムの状態を示すフラグXAIに正常である旨を示す1をセットして処理を終了する。

【0094】一方、 λ_2 が λ_{2t} 未満の場合には、2次空気の供給量が不足していることを表す。そこで、まず、エアポンプ12を停止して、ASV13を閉弁することで2次空気供給を停止し(ステップS82)、この時のO₂センサ31の出力、つまり2次空気供給停止時の排気のA/F値(以下、1次A/F値と呼ぶ) λ_1 を読み込む(ステップS84)。続いて、 λ_2 と λ_1 との差を $\Delta\lambda$ とし(ステップS86)、エアフローメータ26で測定される吸入空気量Gaから算出される目標A/F変動値 $\Delta(A/F)=\Delta\lambda_{th}$ を算出する(ステップS88)。このGaと λ_{2t} の間には、図18(b)に示される関係がある。続いて、 $\Delta\lambda$ と $\Delta\lambda_{th}$ を比較する(ステップS90)。 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_{th}$ 以下の場合には、吐出量自体が実際には不足しているが、詰まりにより吐出圧自体は上昇した場合であると判定し、ステップS91へと移行して、フラグXjam、Xfaildownに1をそれぞれセットするとともに、XAIに-1をセットして処理を終了する。

【0095】一方、 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_{th}$ を越えている場合には、空燃比が異常にリッチになっている場合であると判定して、燃料系の異常判定を行い(ステップS92)、その後処理を終了する。燃料系異常判定処理の具体的な内容については割愛する。

【0096】この処理によればエアポンプ12の流量低下や配管11の詰まりを正確に判定することが可能となる。

【0097】次に、第5の異常検出処理ルーチンについて図19、図20を参照して説明する。この異常検出処理ルーチンは、図1に示される2次空気供給装置において実施されるものである。

【0098】図19はこの処理のメインフローである。まず、ステップS61では、AI制御中であるか否かをチェックする。AI制御中でない場合にはその後の処理をスキップして処理を終了する。一方、AI制御中の場合にはステップS63へと移行し、始動後最初のアイドル状態であるか(ファーストアイドルか)をチェックす

る。

【0099】次に、ステップS70のA/Fセンサ活性化判定処理へと移行する。この活性化判定処理の内容は前述した図17に示される処理である。処理後はステップS71へと移行し、フラグXAFの値がチェックされる。この値が0の場合には、ステップS70へと戻り(一定の待機時間を設けることが好ましい)、再判定を行う。値が-1の場合には、A/Fセンサを利用したこれ以下の処理判定が行えないので、その後の処理をスキップして終了する。そして値が1の場合にのみステップS71へと移行する。

【0100】ステップS71では、エンジンECU23から冷却水温 T_{hw} データを受信し、図20(a)に示される関係に基づいて正常エンジン回転数NEIを算出する。次に、図20(b)に示される関係に基づいて T_{hw} から2次空気供給によって増大すると予想されるA/F値である $\Delta\lambda_w$ を算出する(ステップS75)。そして、ステップS77で実際のエンジン回転数NEをNEIと比較する。

【0101】NEがNEIより大きい場合には、ステップS79へと移行し、図20(c)に示される関係に基づいて T_{hw} から2次空気供給がない場合の予想A/F値である λ_w を算出する。次に、O₂センサ31の出力から2次空気供給時の排気2次A/F値 λ_2 を読み込み(ステップS81)、 λ_2 と λ_w の差を $\Delta\lambda$ とする(ステップS83)。そして、 $\Delta\lambda$ と $\Delta\lambda_w$ とを比較する(ステップS85)。

【0102】 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ より大きい場合には、十分な2次空気供給があるとして、2次空気供給装置を正常と判定し、ステップS87へと移行してフラグXAIに1をセットして処理を終了する。

【0103】一方、ステップS77でNEがNEI以下であった場合、および、ステップS85で $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ 以下であった場合には、ステップS89へと移行して、エアポンプ12を停止し、ASV13を閉じて2次空気供給を停止する。次に、O₂センサ31の出力から2次空気停止時の排気1次A/F値 λ_1 を読み込み(ステップS93)、 λ_2 と λ_1 の差を $\Delta\lambda$ とする(ステップS95)。そして、 $\Delta\lambda$ と $\Delta\lambda_w$ とを比較する(ステップS97)。

【0104】 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ より大きい場合には、十分な2次空気供給があるとして、2次空気供給装置を正常と判定し、ステップS87へと移行してフラグXAIに1をセットして処理を終了する。

【0105】一方、 $\Delta\lambda$ が $\Delta\lambda_w$ より小さい場合には、2次空気供給が充分でないとして2次空気供給装置を異常と判定し、ステップS99へと移行してフラグXAIに-1をセットして処理を終了する。

【0106】この異常検出処理ルーチンにおいては、予想A/Fを用いて正常と判定された場合、つまり始動直

後の燃焼状態良好な場合には、2次空気供給装置の強制オフによる判定処理を行わないので、エミッションの低下を抑制することができ、好ましい。

【0107】本発明は、異常の異常検出処理ルーチンの使用に限られるものではなく、これらの組み合わせや基本的な考え方を同じくするルーチンの変更、修正、改良はすべて本発明に含まれる。

【0108】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、従来と異なり、2次空気供給装置を構成する構成部品であるエアポンプ、開閉弁、逆止弁、配管等の異常、動作不良等の不具合の有無およびその内容を正確に判定することができる。さらに、不具合によっては2次空気供給制御前および制御中の速い段階で判定を行うことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る2次空気供給装置を示す概略図である。

【図2】図1のA点における圧力挙動パターンを示すグラフである。

【図3】図1のB点における圧力挙動パターンを示すグラフである。

【図4】図1の装置における第1の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図5】図4の処理の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図6】図4の処理の別の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図7】図4の処理のさらに別の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図8】エアポンプ流量と吐出圧力の関係を示す図である。

【図9】図4の処理に加えて配管の詰まり判定処理を行

う場合のフローチャートである。

【図10】第2の異常検出処理ルーチンを実行する2次空気供給装置を示す図である。

【図11】図10の空気供給系において行われる第2の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図12】図11の一部を詳細に示すフローチャートである。

【図13】第3の異常検出処理ルーチンを実行する2次空気供給装置を示す図である。

【図14】図13の空気供給系において行われる第3の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図15】図14の一部を詳細に示すフローチャートである。

【図16】第4の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図17】図16の一部であるA/Fセンサ活性化判定処理を詳細に示すフローチャートである。

【図18】吸入空気量と2次A/F値、A/F変動値の関係をそれぞれ示すグラフである。

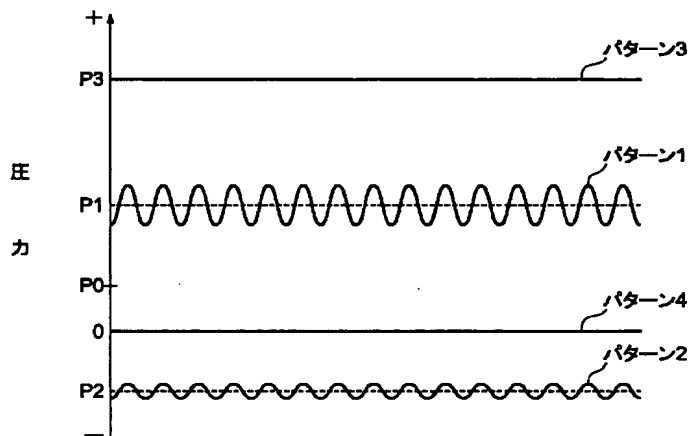
【図19】第5の異常検出処理ルーチンのメインフロー図である。

【図20】エンジン冷却水温と、正常エンジン回転数、2次空気供給による予想増大A/F値、2次空気非供給時の予想A/F値の関係をそれぞれ示すグラフである。

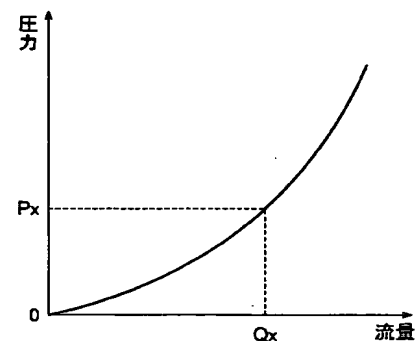
【符号の説明】

1…2次空気供給装置、2…エンジン、10…制御装置、11…2次空気供給通路、12…エアポンプ、13…ASV（エアスイッチングバルブ）、14…リード弁（逆止弁）、15…圧力センサ、16…配管、17…電磁弁、20…吸気管、21…排気管、22…排気浄化装置、23…エンジンECU、24…スロットル、25…吸気フィルタ、31、32…O₂センサ。

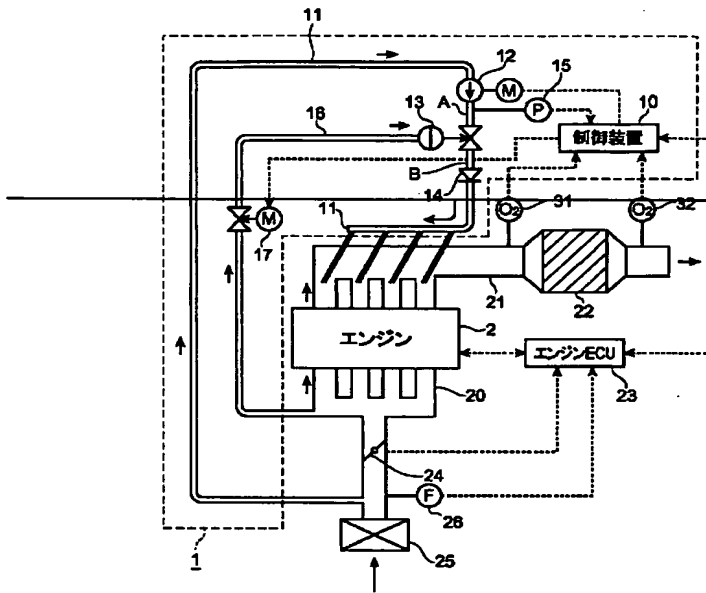
【図2】



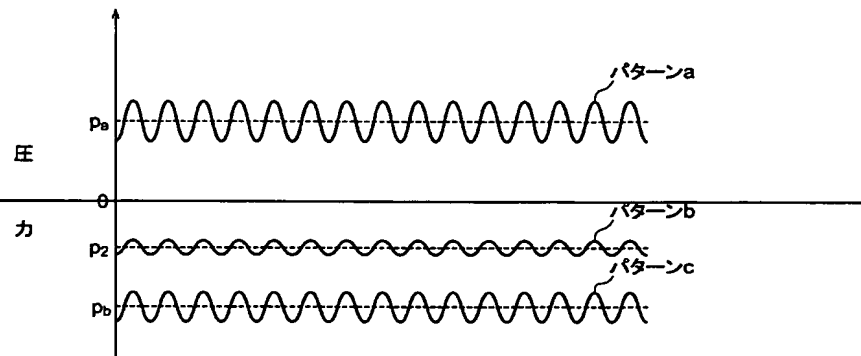
【図8】



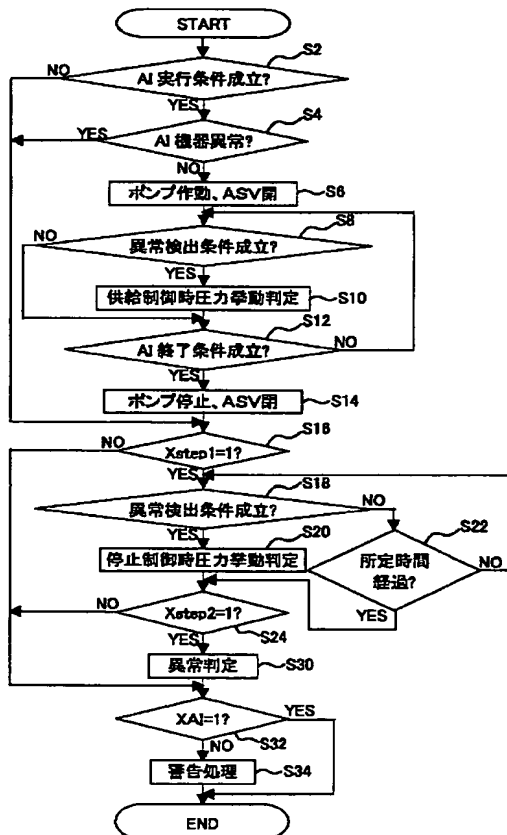
【図 1】



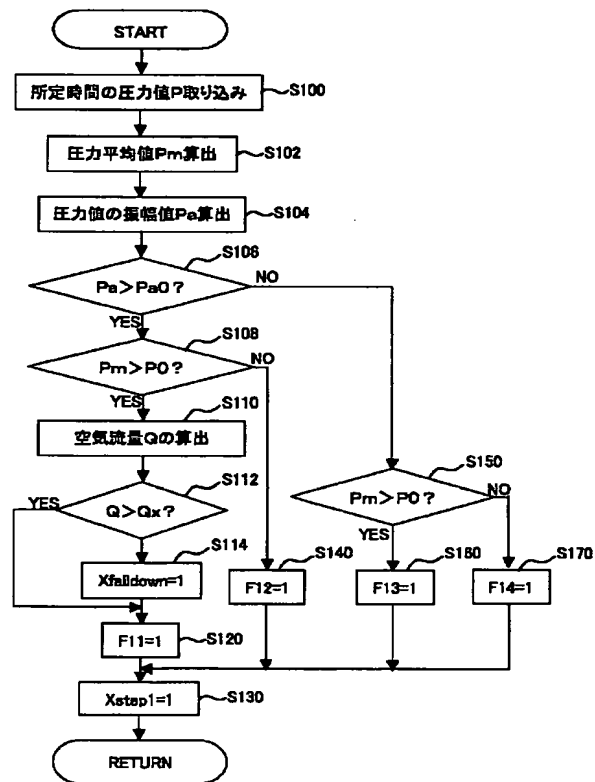
【図 3】



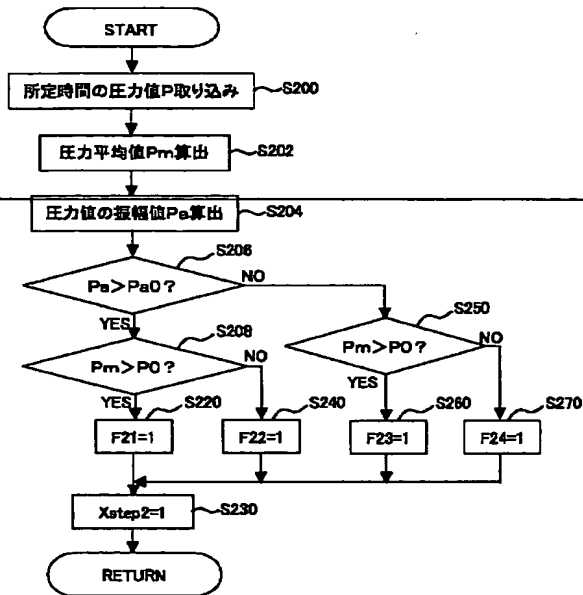
【図4】



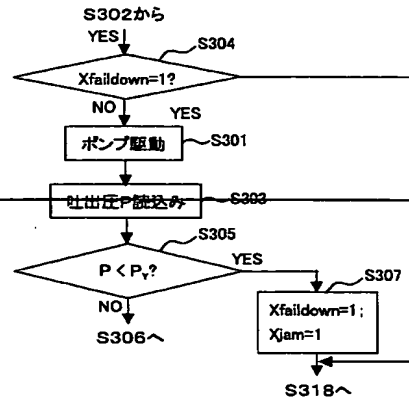
【図 5】



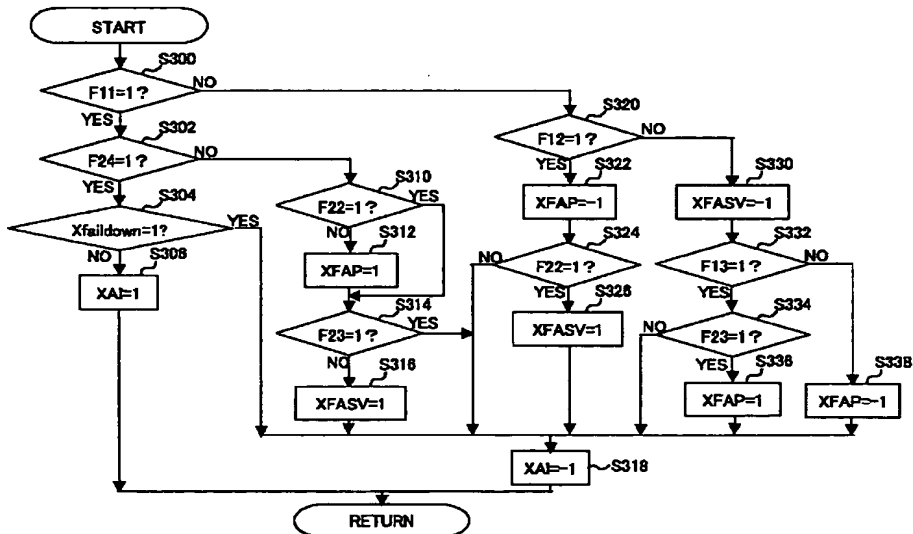
【図6】



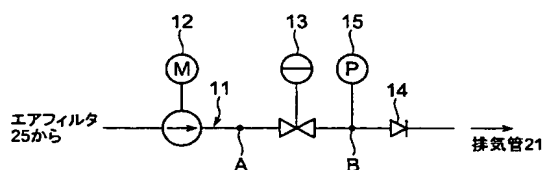
【図9】



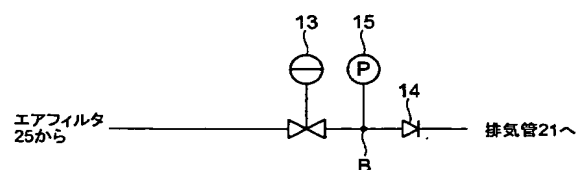
【図7】



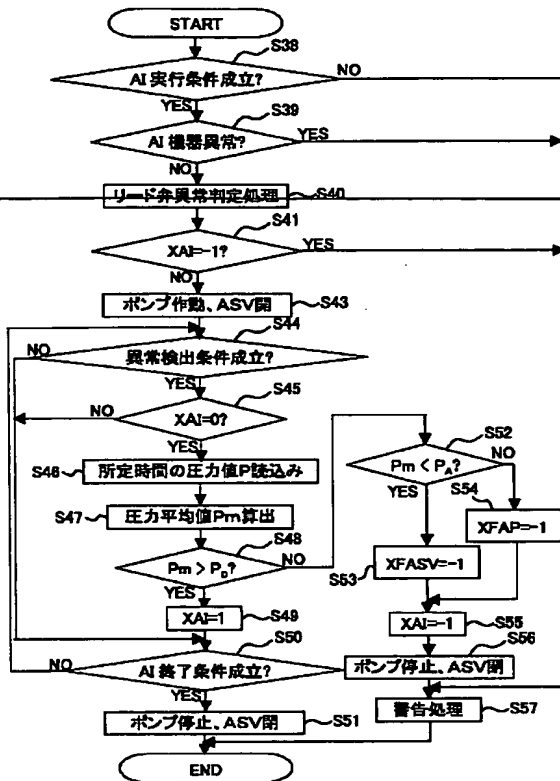
【図10】



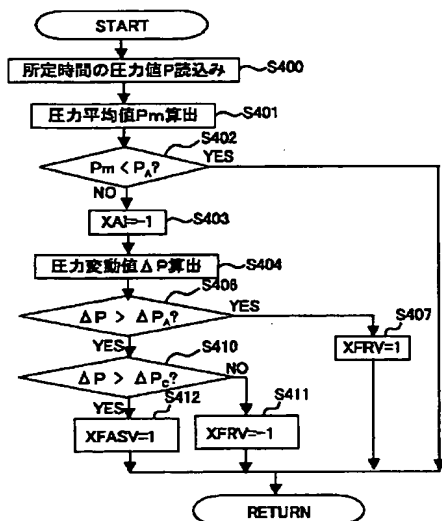
【図13】



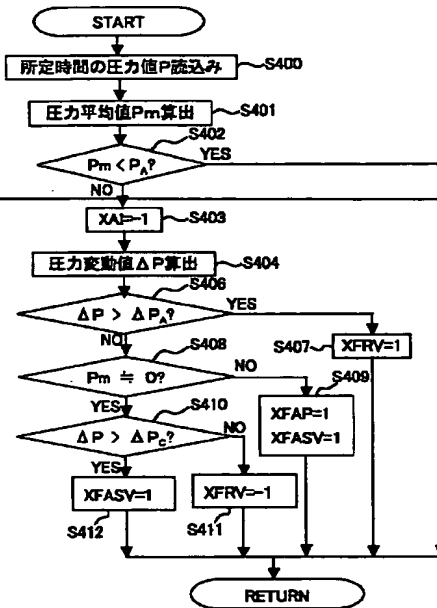
【図 11】



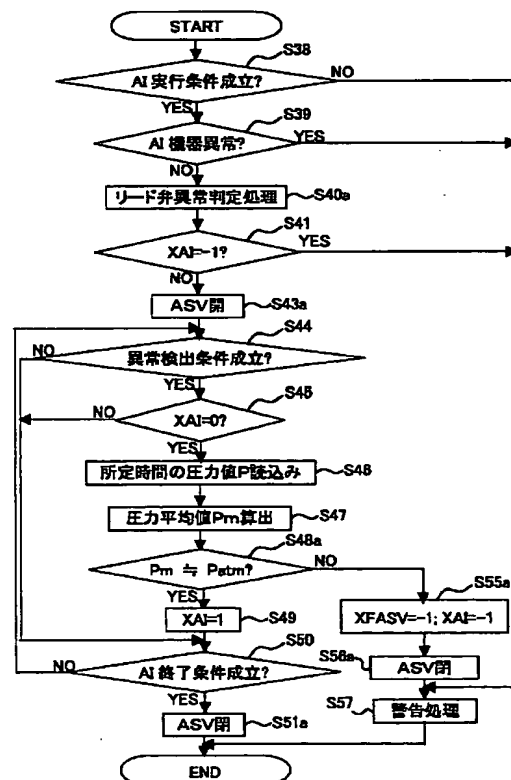
【図 15】



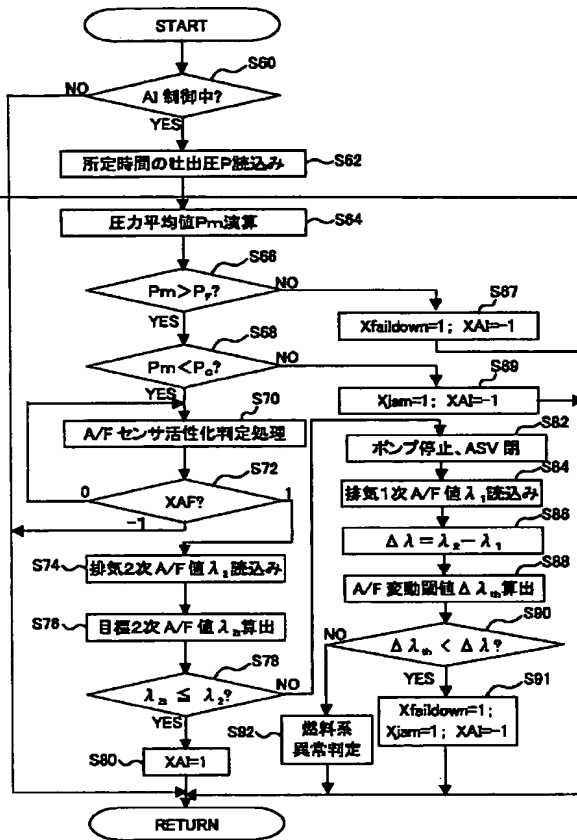
【図 12】



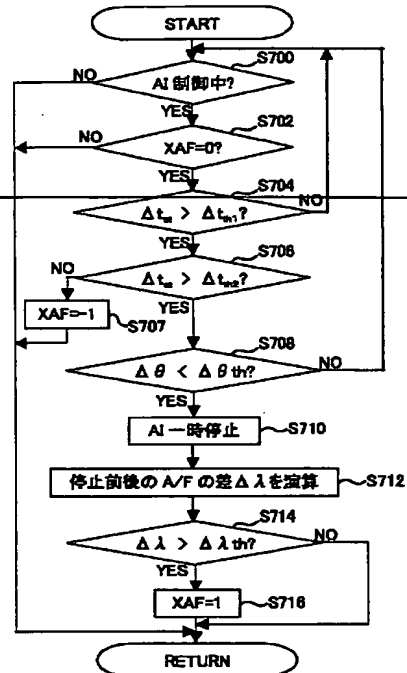
【図 14】



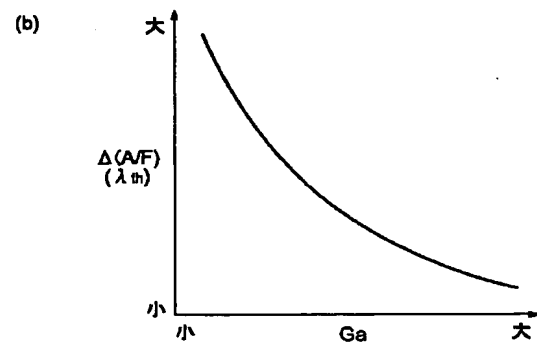
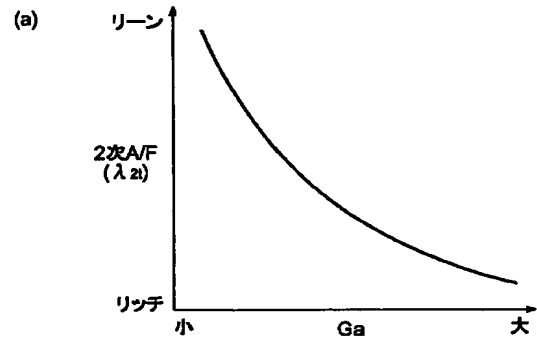
【図16】



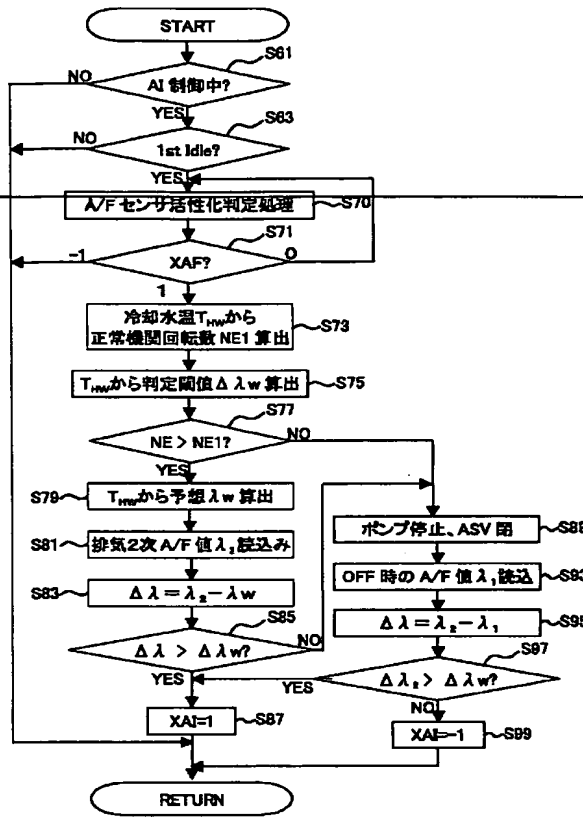
【図17】



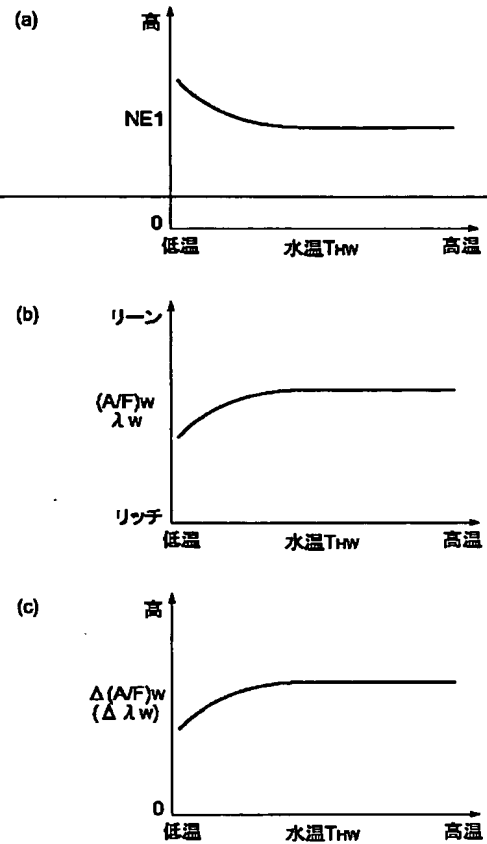
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 2 D 41/22

45/00

識別記号

3 0 5

3 1 4

F I

F 0 2 D 41/22

45/00

テマコード (参考)

3 0 5 M

3 1 4 Z

F ターム (参考) 3G084 BA00 DA04 DA27 DA33 EB22
 FA00 FA20 FA26 FA29 FA33
 3G091 AA17 AB01 BA03 BA15 BA29
 BA31 CA22 CA24 EA01 EA24
 EA34 HA41
 3G301 HA01 JB02 JB09 LC01 PD02B
 PE01Z PE08Z

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the secondary air supply equipment in which the malfunction detection of the component part is possible especially about the secondary air supply equipment which supplies secondary air to the upstream of the exhaust emission control device arranged at an internal combustion engine's exhaust air system.

[0002]

[Description of the Prior Art] The equipment which arranges a three way component catalyst in an exhaust air system, reduces CO in exhaust gas, HC, and an NOx component as an internal combustion engine's exhaust emission control device, and attains purification is known. Furthermore, by feeding air from an air pump to secondary air supply paths which have the closing motion valve connected to the exhaust pipe, secondary air is supplied in an exhaust pipe, an oxygen density is made high, and the technique which promotes purification of exhaust gas is known by oxidizing HC in exhaust gas, and CO.

[0003] In such secondary air supply equipment, if the above arises in an air pump or a component part called a closing motion valve, since the purification effectiveness of exhaust gas will fall and emission will get worse, it is necessary to judge the abnormality at an early stage. Then, the technique currently indicated by JP,9-21312,A and JP,9-125945,A is known as a technique of detecting this kind of abnormalities.

[0004] The former detects the abnormalities of secondary air supply equipment based on the pressure value which arranges and detected the pressure sensor between the air pump of secondary air supply paths, and the closing motion valve. Moreover, the latter detects the abnormalities of secondary air supply equipment based on the difference of the maximum of pressure pulsation and the minimum value which arrange and detected the pressure sensor to secondary air supply paths.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to these techniques, the abnormalities of secondary air supply equipment itself can be detected, but it is difficult to judge correctly any of a component part are unusual. Furthermore, in the case of the malfunction a pressure value and pressure pulsation indicate normal values to be, malfunction detection is impossible even when the component part is not functioning normally.

[0006] Then, this invention can judge the abnormalities of a component part correctly, and makes it a technical problem to offer the secondary air supply equipment which also enabled detection of a malfunction.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the secondary air supply equipment concerning this invention Secondary air supply paths which supply secondary air to the upstream from the exhaust emission control device of an internal combustion engine's exhaust air system, The pressure sensor which is secondary air supply equipment equipped with

a closing motion means to open and close secondary air supply paths, and the check valve arranged on the lower stream of a river of a closing motion means, and is arranged on secondary air supply paths, It is characterized by having further the malfunction detection section which detects the abnormalities of a component part based on the pressure value and pressure variation which were detected with the pressure sensor.

[0008] According to this invention, according to the combination, the failure mode of each component part can be conventionally judged in a detail with checking a pressure value and a pressure variation with a pressure sensor.

[0009] As for this malfunction detection section, it is desirable to detect the failure mode of each component part from the combination of the pressure behavior pattern at the time of secondary air supply control and supply interruption control. A still more detailed judgment is attained by using the combination of the pressure behavior pattern at the time of halt control at the time of supply control.

[0010] The air pump is arranged at the upstream of a closing motion means, and, as for a pressure sensor, it is desirable to be arranged in the mid-position of an air pump and a closing motion means. Thus, by arranging to the mid-position of an air pump and a closing motion means, it becomes easy to detect the abnormalities of a closing motion means and the abnormalities of an air pump according to an individual.

[0011] When using an absolute-pressure sensor as a pressure sensor, the malfunction detection section can use this pressure sensor as an atmospheric pressure sensor at the time of a secondary supply system halt while being able to grasp phase counter pressure as memorizing the detection value in front of engine starting of a pressure sensor as atmospheric pressure at the time of malfunction detection, and is desirable.

[0012] As for the malfunction detection section, it is desirable to have further the function which supervises the flow rate of an air pump from the output value of a pressure sensor. When the secondary air supply equipment of the air pump downstream is normal, since predetermined relation is maintained, the amount of discharge flow and pressure value of an air pump can presume the amount of discharge flow from a pressure value.

[0013] The malfunction detection section makes an air pump drive, respectively at the time of open and close control of a closing motion means, and plugging of secondary air supply paths may be detected by detecting the discharge pressure of an air pump. When secondary air supply paths are choked up, although the amount of discharge flow is not secured by the abnormalities of an air pump, at the time of secondary air supply, the behavior as always [forward] with the same pressure behavior may be shown. According to this invention, the abnormalities of an air pump and plugging of secondary air supply paths can be judged to coincidence by detecting the fall of a discharge pressure by making an air pump drive at the time of closed control.

[0014] It has further the air-fuel ratio sensor arranged at the exhaust air system, and the output may be further inputted into the malfunction detection section. With checking the air-fuel ratio in an exhaust air system, it can judge whether secondary air supply is performed normally.

[0015] Here, as for an abnormality judging, it is desirable to carry out whether it carries out based on the difference of the target air-fuel ratio and real air-fuel ratio according to an inhalation air content or it carries out based on the difference of the anticipation air-fuel ratio and real air-fuel ratio according to engine cooling water temperature based on the difference of the air-fuel ratio at the time of secondary air supply control and halt control.

[0016] Although secondary air supply control is performed at the time of starting between the colds, since fixed time amount will be required after starting by the time an air-fuel ratio sensor is activated, it is turning OFF secondary air supply control compulsorily temporarily, and it is desirable to judge activation of an air-fuel ratio sensor.

[0017] Moreover, the pressure sensor may be arranged in the middle of a closing motion means and a check valve. In this case, a closing motion means becomes possible [detecting the abnormalities of a check valve based on the pressure value and pressure variation which are detected with the pressure sensor in a closed control state].

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained to a detail with reference to an accompanying drawing. In order to make an understanding of explanation easy, in each drawing, the same possible reference number is attached to the same component, and the overlapping explanation is omitted.

[0019] Drawing 1 is the schematic diagram showing the configuration of the secondary air supply equipment concerning this invention. This secondary air supply equipment 1 is attached in the Taki cylinder gasoline engine (it is only hereafter called an engine.) 2 which is an internal combustion engine. Here, the inlet pipe 20 and the exhaust pipe 21 are attached in the engine 2, and a throttle 24 is arranged at an inlet pipe 20, and it connects with the air filter 25. Between the air filter 25 and the throttle 24, the air flow meter 26 for measuring an air content (the amount of primary airs) is arranged. On the other hand, the exhaust emission control device 22 which consists of a three-way catalyst is arranged on exhaust pipe 21 lower stream of a river, and O₂ sensors 31 and 32 for detecting the oxygen density under exhaust air to the both sides of the upstream and the lower stream of a river of an exhaust emission control device are arranged. In addition, it may replace with O₂ sensor and an A/F sensor and linear O₂ sensor may be used.

[0020] two -- order -- air supply -- equipment -- one -- an inlet pipe -- 20 -- an air filter -- 25 -- a throttle -- 24 -- between -- a location -- an exhaust pipe -- 21 -- an engine -- two -- the upstream -- O -- two -- a sensor -- 31 -- between -- connecting -- two -- order -- air supply -- a path -- 11 -- having -- **** -- this - - two -- order -- air supply -- a path -- 11 -- a top -- an inlet pipe -- 20 -- a side -- from -- an electric motor -- a drive -- a formula -- an air pump -- (-- AP --) -- 12 -- an air switching valve (ASV) -- 13 -- a check valve -- it is -- a reed valve -- (-- RV --) -- 14 -- arranging -- having . And the pressure sensor 15 is arranged between AP12 and ASV13. The piping 16 prolonged from throttle 24 lower stream of a river of an inlet pipe 20 is connected to this ASV13, and the solenoid valve 17 is arranged further at this piping 16.

[0021] While it connects with the control device 10 which controls actuation of secondary air supply equipment 1 so that information can be exchanged to mutual [which control an engine / the engine ECU 23 and mutual], and also the output signal of a pressure sensor 15 and O₂ sensors 31 and 32 is inputted, motorised [of AP12] and closing motion of a solenoid valve 17 are controlled. In addition, the control device 10 may be forming some engines ECU 23.

[0022] In the condition that the fuel concentration at the time of starting between the colds etc. is high, and an air-fuel ratio (A/F) is small, an exhaust emission control device 22 does not fully carry out a temperature up, but, as for this secondary air supply equipment 1, that function is fully mainly hard to be demonstrated While a control unit 10 leads the negative pressure in an inlet pipe 20 to ASV13 and carries out open control of ASV13 by opening a solenoid valve 17 By drawing a part of air which passed the air filter 25 in an exhaust pipe 21 through secondary air supply paths 11 by making an air pump 12 drive While raising the oxygen density under exhaust air, raising the A/F, urging the secondary combustion in HC under exhaust air, and the exhaust pipe 21 of CO and attaining purification of exhaust air, aggravation of emission is controlled by promoting the temperature up of the three-way catalyst of an exhaust emission control device 22 by raising an exhaust-gas temperature. In addition, it can replace with the combination of ASV13 and a solenoid valve 17, and a solenoid valve can also be directly used for ASV13 part.

[0023] The secondary air supply equipment 1 concerning this invention is characterized by having the function to detect the abnormalities of a component part 12, i.e., an air pump, ASV13, and RV14 grade. Specifically, a control unit 10 performs malfunction detection of a component part based on the pressure behavior detected with the pressure sensor 15 arranged on secondary air supply paths 10. Hereafter, some of manipulation routines of this malfunction detection are explained to a detail.

[0024] First, the 1st malfunction detection manipulation routine is explained. Before explaining concretely about this processing, the pressure behavior in secondary air supply paths 10 is explained briefly.

[0025] Drawing 2 and drawing 3 are the graphs which showed typically the pattern with which A in

drawing 1 and the pressure behavior in a B car point are considered. Here, RV14 shall function normally. An A point is here between the air pumps 12 and ASV(s)13 by which the pressure sensor 15 is arranged with this operation gestalt, and a B point is a location between ASV13 and RV14. The pressure fluctuation pattern in an air pump 12, the combination of the operating state of ASV13, and both the points in each case is collectively shown in Table 1.

[0026]

[Table 1]

A P	A S V	圧力挙動パターン	
		A点	B点
作動	開	1	a
停止	開	2	b
作動	閉	3	c
停止	閉	4	c

[0027] An air pump 12 and the actuation situation of ASV13 can be conversely presumed from a pressure behavior pattern based on this.

[0028] Then, the 1st malfunction detection routine is explained with reference to the flow chart of drawing 4 - drawing 7. Drawing 4 is the Main flow Fig. of this routine, and drawing 5 - drawing 7 are flow charts which show that subroutine to a detail. The processing shown in drawing 4 is processing to which it is once carried out by the control unit 10 at the time of starting fundamentally, and processing of drawing 5 - drawing 7 is once called every from the Main processing of drawing 4, respectively.

[0029] First, at step S2 shown in drawing 4, it is confirmed whether the execution condition of secondary air supply control (in a flow chart and the following explanation, it abbreviates to AI) is satisfied. This execution condition is determined by the engine-coolant water temperature sent from an engine ECU 23, an intake-air temperature, starting elapsed time, battery voltage, load conditions, etc. Here, it shifts to step S16 which skips and mentions a part of processing later by the case where AI execution condition is abortive when it judges with it not being necessary to perform AI. In addition, it stands by at step S2 until it fills conditions with the case where AI execution condition is pending, when AI needs to be performed, if time amount passes. And when AI execution condition is satisfied, it shifts to step S4.

[0030] In step S4, it confirms whether to be already that AI device ends [malfunction detection]. As for the flag which shows the abnormalities of AI device mentioned later, it is desirable to be reset only when check of AI device and maintenance are performed, without being reset even when the auxiliary machinery power source of a car is turned OFF. When finishing [malfunction detection], it shifts to step S32 which skips and mentions processing later. Thereby, abnormalities can prevent the trouble generated in what it is going to operate AI for in the condition of having already become clear.

[0031] ASV13 is opened, while shifting to step S6 and operating an air pump 12 by step S4, when judged with the abnormalities of AI device not being detected in advance. At continuing step S8, it is confirmed whether malfunction detection conditions are satisfied. This malfunction detection condition is in the condition that predetermined time amount has passed since AI activation, and actuation of an air pump 12 was stabilized, and an engine is in an idle state from the engine speed of an engine 2, and the vehicle speed conditions of a load or a car, and it points out the conditions which can judge that malfunction detection is in an easy condition. When malfunction detection conditions are fulfilled, it shifts to step S10 and the pressure behavior pattern at the time of supply control is judged.

[0032] At the time of this supply control, by pressure behavior judging processing (step S10), as shown in drawing 5, time amount change of the pressure value P detected by the pressure sensor 15 is first incorporated over predetermined time amount at step S100. And the average Pm is computed at continuing step S102. Furthermore, at step S104, the amplitude value Pa of pulsation of the pressure value P is computed.

[0033] Step S106 compares the amplitude value Pa and the threshold Pa 0 of pulsation of the pressure value P first. When Pa is larger than Pa0, it judges with it being either of the big patterns 1 and 2 of the

pulsation shown by drawing 2 , and shifts to step S108. And step S108 compares the average P_m and the threshold P_0 of a pressure. When P_m is larger than P_0 , it is a pattern 1, and it judges with secondary air supply being performed, and shifts to step S110, and supply air volume Q is checked. Here, there is relation as indicated to be the discharge pressure and supply air volume of an air pump 12 to drawing 8 . Then, supply air volume can be presumed from a discharge pressure (the average P_m of the measured value according to a pressure sensor 15 in fact). When there is less supply air volume than Q_x shown in drawing 8 , it is maintained while the fuel concentration under exhaust air has been high, and there is a possibility that emission may get worse. At step S110, it is confirmed whether presumed supply air volume has exceeded this Q_x . In addition, the discharge-pressure value itself may be compared with a threshold P_x .

[0034] When judged with there being little supply air volume at step S112, it shifts to step S114, and 1 is set to Flag Xfaildown and it shifts to step S120. When supply air volume is enough, it shifts to step S120 directly. And at step S120, 1 is set to a flag F11, it shifts to step S130, 1 is set to a flag Xstep1, and this subroutine is ended.

[0035] This subroutine is ended, after judging with a pressure behavior pattern being a pattern 2, shifting to step S140, setting 1 to a flag F12 and processing step S130, when P_m is less than [P_0] at step S108.

[0036] When P_a is zero or less P_a at step S106, it judges with it being either of the patterns 3 and 4 without the pulsation shown by drawing 2 , and shifts to step S150. And step S150 compares P_m and P_0 like step S108. This subroutine is ended, after judging with a pressure behavior pattern being a pattern 3, shifting to step S160, setting 1 to a flag F13 and processing step S130, when P_m is larger than P_0 .

[0037] On the other hand, when P_m is less than [P_0] at step S150, this subroutine is ended, after judging with a pressure behavior pattern being a pattern 4, shifting to step S170, setting 1 to a flag F14 and processing step S130.

[0038] After the subroutine of drawing 5 is completed, it shifts to AI terminating condition judging of step S12 of the Maine flow shown in drawing 4 . When AI terminating condition is not fulfilled, return and processing are repeated to step S8. On the other hand, when malfunction detection conditions are not filled with step S8, the pressure behavior judging of step S10 is skipped, and it shifts to step S12. Thereby, the judgment success percentage of the pressure behavior pattern judging under AI activation and precision can be raised.

[0039] When judged with AI terminating condition having been satisfied at step S12, it shifts to step S14 and an air pump 12 is stopped, ASV13 is closed and AI control is suspended. And it is confirmed with shifting to step S16 and checking the value of a flag Xstep1 whether the pressure behavior judging of step S10 is completed. Since the judgment of the pressure behavior pattern at the time of supply control has not been performed when Xstep1 is except one, it shifts to step S32 which skips and mentions subsequent judgment processing later. On the other hand, since the judgment of the pressure behavior pattern at the time of supply control is ended when Xstep1 is 1, it shifts to the following processing step S18. It is confirmed whether the malfunction detection conditions for performing a pressure behavior judging (step S20) at the time of the next halt control are filled with step S18. When filled, it shifts to step S20 and a pressure behavior judging is performed at the time of halt control.

[0040] The subroutine of pressure behavior judging processing (step S20) is similar with the subroutine of pressure behavior judging processing at the time of the control shown in drawing 5 at the time of this halt control shown in drawing 6 . First, time amount change of the pressure value P detected by the pressure sensor 15 is incorporated over predetermined time amount at step S200. Then, amplitude value P_a of pulsation of the average P_m calculation (step S202) and pressure value P is computed (step S204).

[0041] Step S206 compares P_a and a threshold P_{a0} first. When P_a is larger than P_{a0} , it judges with it being either of the big patterns 1 and 2 of the pulsation shown by drawing 2 , and shifts to step S208. And step S208 compares the average P_m and the threshold P_0 of a pressure. When P_m is larger than P_0 , it judges with it being a pattern 1, and shifts to step S220, and 1 is set to a flag F21.

[0042] When P_m is less than [P_0] at step S208, a pressure behavior pattern judges with it being a pattern 2, shifts to step S240, and sets 1 to a flag F22.

[0043] When P_a is zero or less P_a at step S206, it judges with it being either of the patterns 3 and 4

without the pulsation shown by drawing 2 , and shifts to step S250. And step S250 compares Pm and P0 like step S208. When Pm is larger than P0, a pressure behavior pattern judges with it being a pattern 3, shifts to step S260, and sets 1 to a flag F23.

[0044] On the other hand, when Pm is less than [P0] at step S250, a pressure behavior pattern judges with it being a pattern 4, shifts to step S270, and sets 1 to a flag F24.

[0045] After setting flags F21-F24, in any case, it shifts to step S230, 1 is set to a flag Xstep2, and this subroutine is ended.

[0046] After the subroutine of drawing 6 is completed, it shifts to step S24 of the Maine flow shown in drawing 4 . When having not checked and passed [whether on the other hand, when malfunction detection conditions are not satisfied at step S18, it shifted to step S22 and predetermined time has passed after AI halt, and], the predetermined time after AI halt tries a re-judging by returning to step S18. When predetermined time progress is being carried out, it shifts to step S24.

[0047] In step S24, it is confirmed with checking the value of a flag Xstep2 whether the pressure behavior judging of step S20 is completed. Since the judgment of the pressure behavior pattern at the time of halt control has not been performed when Xstep2 is except one, it shifts to step S32 which skips and mentions subsequent judgment processing later. On the other hand, since the judgment of the pressure behavior pattern at the time of halt control is ended when Xstep2 is 1, it shifts to the following processing step S30.

[0048] Step S30 judges the abnormalities of a component part based on the judgment result of steps S20 and S30. The pressure behavior pattern at the time of supply / halt control is made to correspond to an air pump 12, each normal of ASV13, and the combination in abnormality mode, and it is collectively shown in Table 2.

[0049]

[Table 2]

モード	A P	A S V	圧力挙動パターン	
			供給制御時	停止制御時
1	○	○	1	4
2	○	×開固着	1	2
3	○	×閉固着	3	4
4	×常時作動	○	1	3
5	×常時作動	×開固着	1	1
6	×常時作動	×閉固着	3	3
7	×不作動	○	2	4
8	×不作動	×開固着	2	2
9	×不作動	×閉固着	4	4

[0050] Here, O expresses normal and x expresses the abnormalities of a device.

[0051] The processing flow of abnormality judging processing of step S30 shown in drawing 7 judges based on this table 2. First, at step S300, it is confirmed whether a flag F11 is 1. In the case of 1, since the pressure behavior pattern at the time of supply control shows that it is a pattern 1, it shifts to step S302 next, and a flag F24 confirms whether be 1 or not. This combination is the mode 1 so that clearly [in the case of 1] from Table 2, since the pressure behavior pattern at the time of halt control shows that it is a pattern 4, and an air pump 12 and ASV13 show a normal thing. Then, it is confirmed with shifting to step S304 and checking the value of Flag Xfaildown whether the flow rate fall has taken place. When Xfaildown is not 1, a flow rate fall is not caused, but since each device is normal, it shifts to step S306, 1 which shows a normal thing is set to the troubleshooting flag XAI, and a subroutine is ended. On the other hand, when Xfaildown is 1, since there is a flow rate fall, there is possibility of poor actuation of an air pump 12, it shifts to step S318, -1 which shows an unusual thing is set to the troubleshooting flag XAI, and a subroutine is ended.

[0052] Step S WhenF24 is not 1 in 302, since it is either of the modes 2, 4, and 5 in Table 2, it shifts to step S310. At this step S310, it is confirmed whether a flag F22 is 1 first. Since an air pump 12 is in the failed state which is always operating when F22 is not 1 (i.e., when it is the modes 4 and 5 in which the

pressure behavior patterns at the time of halt control are not the pattern 2 but the patterns 1 and 3), it shifts to step S312, and 1 which shows that it is always actuation failure is set to the troubleshooting flag XFAP of an air pump, and it shifts to step S314. On the other hand, since the air pump 12 is normal when it is a pattern 2 (i.e., when it is the mode 2), 1, i.e., the pressure behavior pattern at the time of halt control, skips step S312, and F22 shifts to step S314.

[0053] At continuing step S314, it is confirmed whether a flag F23 is 1. When F23 is not 1 (i.e., when it is the modes 2 and 5 in which the pressure behavior patterns at the time of halt control are not the pattern 3 but the patterns 1 and 2) Since ASV13 is in the open fixing condition which is carrying out the normally open valve, it shifts to step S316. 1 which shows that it is open fixing is set to the troubleshooting flag XFAV of ASV, it shifts to step S318, -one is set to the troubleshooting flag XAI, and a subroutine is ended. On the other hand, when F23 is [1, i.e., the pressure behavior pattern at the time of halt control,] a pattern 3 4, i.e., the mode, since ASV13 is normal, it skips step S316, shifts to step S318, sets -one to the troubleshooting flag XAI, and ends a subroutine.

[0054] On the other hand, when judged with F11 not being 1 at step S300, it is shown that it is either of the modes 3, 6-9. In this case, it shifts to step S320 and it is confirmed whether a flag F12 is 1. When F12 is [1, i.e., the pressure behavior pattern at the time of supply control,] a pattern 2, it is either of the modes 7 and 8, and in any case, since an air pump 12 is in a non-operative condition, it sets -1 which shows that it is non-operative failure to the troubleshooting flag XFAP of an air pump, and shifts to step S324. At this step S324, it is confirmed whether a flag F22 is 1. Since it is in the open fixing condition in which is the mode 8 and ASV13 is carrying out the normally open valve when F22 is [1, i.e., the pressure behavior pattern at the time of halt control,] a pattern 2, it shifts to step S326 and 1 which shows that it is open fixing is set to the troubleshooting flag XFAV of ASV, it shifts to step S318, -one is set to the troubleshooting flag XAI, and a subroutine is ended. On the other hand, when F22 is not 1, it is the mode 7, and since ASV13 is normal, it skips step S326, shifts to step S318, sets -one to the troubleshooting flag XAI, and ends a subroutine.

[0055] On the other hand, when judged with F12 not being 1 at step S320, it will be either of the modes 3, 6, and 9. Since ASV13 is in the closed fixing condition which is normally closed valvate form voice in any case, it shifts to step S330 and -1 which shows that it is closed fixing is set to the troubleshooting flag XFAV of ASV. Then, at step S332, it is confirmed whether a flag F13 is 1. When F13 is 1, the pressure behavior pattern at the time of supply control is a pattern 3, and it is shown that it is either of the modes 3 and 6. In this case, it shifts to step S334 and it is confirmed whether a flag F23 is 1. When it is 1, the pressure behavior pattern at the time of halt control is also a pattern 3, is the mode 6, and will be in the failed state to which the air pump 12 is always operating. Then, it shifts to step S336, and after setting to the troubleshooting flag XFAP of an air pump 1 which shows that it is always actuation failure, it shifts to step S318, -one is set to the troubleshooting flag XAI, and a subroutine is ended. On the other hand, when F23 is not 1, it is the mode 3, and since the air pump 12 is normal, it skips step S336, shifts to step S318, sets -one to the troubleshooting flag XAI, and ends a subroutine.

[0056] Step S When judged with F13 not being 1 by 332, it is the mode 9 and it is shown that an air pump 12 is in a non-operative failed state. Then, it shifts to step S338, and after setting to the troubleshooting flag XFAP of an air pump -1 which shows that it is non-operative failure, it shifts to step S318, -one is set to the troubleshooting flag XAI, and a subroutine is ended.

[0057] After the subroutine of drawing 7 is completed, it shifts to step S32 shown in drawing 4, and the value of the troubleshooting flag XAI is checked. In the case of 1 which shows that the value of a system is normal, step S34 is skipped, and processing is ended in it. In the case of -1 which, on the other hand, shows that the value of a system is unusual, or 0 which shows what has not been judged, the warning process which notifies the purport that the purport or failure detection which has abnormalities in a system to an operator using the display and alarm which shift to step S34 and are not illustrated was not able to be performed is performed, and processing is ended to it.

[0058] According to this malfunction detection routine concerning this invention, it is possible to detect correctly any shall carry out what kind of failure between an air pump and ASV.

[0059] Although the example which performs pressure behavior judging processing at the time of halt

control after AI termination, and performs abnormality judging processing by after that in the above explanation was explained, you may carry out the abnormality judging during condition formation of AI supply control by carrying out the pressure behavior judging at the time of halt control by stopping supply compulsorily during AI supply temporarily. If it does in this way, it will become possible to perform troubleshooting during AI control.

[0060] Moreover, as shown in Table 2, since the pressure behavior pattern at the time of AI supply control in always [device forward] is restricted to a pattern 1, when the pressure behavior pattern at the time of supply control is except pattern 1, it may suspend AI control immediately and may shift to the pressure behavior pattern judging at the time of a halt. Since it is clear, that it is especially the mode 9 shown in Table 2 when the pressure behavior pattern at the time of supply control is a pattern 4 can also omit the pressure behavior pattern judging at the time of a halt.

[0061] Furthermore, even if the location of a pressure sensor 15 is not restricted to an A point and arranged at the B point, it can distinguish the failure mode of a device by the same technique. Moreover, an absolute-pressure sensor besides the phase counter pressure sensor which outputs differential pressure with atmospheric pressure as a pressure sensor 15 can also be used. In this case, although it is necessary to be the configuration which can detect an atmospheric pressure, since housing and pump body of revolution do not stick with the common air pump 12 at the time of an actuation halt of a secondary air processing subsystem but it has at it composition which that order opens for free passage at the time of un-operating, in such an air pump 12, atmospheric-pressure detection is possible. What is necessary is just to calculate phase counter pressure from the difference in such a configuration, using the output value before engine starting as atmospheric pressure. This becomes [that it is under / time of malfunction detection of secondary air processing subsystem, and secondary air supply / except] possible to use a pressure sensor 15 as an atmospheric pressure sensor. However, what is necessary is to check the power used of an air pump 12, an electrical potential difference, a current, etc. in this case, and just to amend, since atmospheric pressure may be estimated to be slight height by the discharge pressure at the time of regular actuation failure of an air pump 12. Moreover, although the exhaust air pulsation with an engine 2 may be transmitted at the time of open fixing of ASV13, since a mean pressure becomes near the atmospheric pressure in this case, it is possible to detect atmospheric pressure by equalization processing.

[0062] It is also possible to add the plugging judging of piping to this 1st malfunction detection routine further. Drawing 9 is a flow chart which shows this plugging judging processing, and enables a plugging judging in the 1st malfunction detection routine by being inserted between step S304 and step S306 which are shown in drawing 7.

[0063] When judged with the value of Flag Xfaildown not being 1 at step S304, while ASV13 has been a closed state, an air pump 12 is made to drive temporarily (step S301), the discharge pressure P is read with a pressure sensor 15 (step S303), and the discharge pressure P and threshold PY which were measured are compared (step S305). Although poor actuation of an air pump has taken place [P] in being smaller than PY, it is shown at the time of AI supply control that the fixed pressure value was detected. Since piping of ASV13 lower stream of a river is choked up by this and it is shown that the fixed pressure buildup was seen, although the discharge quantity of an air pump 12 is not enough, while setting 1 which shows plugging to the flag Xjam with which it shifts to step S307 and a piping condition is expressed, 1 which shows a flow rate fall is set to the flag Xfaildown showing an air pump flow rate, and it shifts to step S318. When sufficient pressure buildup is seen, a flow rate fall of an air pump 12 and piping plugging shift to step S306 noting that there are not. Thereby, the abnormalities of secondary air supply equipment including piping can be judged.

[0064] Next, the 2nd malfunction detection routine is explained with reference to drawing 10 - drawing 12. With the secondary air supply equipment with which this malfunction detection routine is carried out, it differs from the secondary air supply equipment with which the point that the pressure sensor 15 is arranged at the B point as shown in drawing 10 is shown in drawing 1. Drawing 11 is the Maine flow Fig. of malfunction detection processing, and drawing 12 is a flow chart which shows the subroutine of abnormality judging processing of the reed valve of them.

[0065] First, at step S38, it is confirmed whether AI execution condition is satisfied. This is processing equivalent to step S2 shown in drawing 4. When conditions are not satisfied (except for the case of being pending) it stands by until it satisfies conditions, in being pending. **** -- subsequent processing is skipped and it ends. When conditions are satisfied next, it shifts to step S39 and confirms whether to be already that AI device ends [malfunction detection]. This processing is processing equivalent to step S4 shown in drawing 4. When finishing [malfunction detection], it shifts to step S57 which skips and mentions processing later. Thereby, abnormalities can prevent the trouble generated in what it is going to operate AI for in the condition of having already become clear.

[0066] At step S39, when judged with the abnormalities of AI device not being detected in advance, it shifts to step S40 and abnormality judging processing of a reed valve is performed. Drawing 12 is a flow chart which shows this abnormality judging processing.

[0067] First, fluctuation of the pressure value P of predetermined time is read (step S400), and the pressure average Pm is computed (step S401). Next, this Pm and threshold PA (PA is below negative pressure, i.e., atmospheric pressure.) are compared (step S402). When negative pressure has occurred, in a B point, it means being held by the minimum pressure (negative pressure) among the pressure pulsation in the exhaust pipe 21 generated with an engine 2, it judges with RV14 functioning normally, and processing is ended as it is.

[0068] On the other hand, when negative pressure has not occurred, the value -1 which shows abnormalities is set to the flag XAI which shifts to step S403 and shows the condition of a system. And variation deltaP of pressure pulsation is computed (step S404). And this deltaP is compared with threshold deltaPA. In being larger than deltaPA, RV14 is in normally open valvate form voice, and since it means that the pressure pulsation in the exhaust pipe 21 generated with an engine 2 has got across to the B point directly, deltaP sets 1 which shows that it is in an open fixing condition to the flag XFRV which shifts to step S407 and shows the failed state of RV14, and ends processing.

[0069] On the other hand, when judged with there being no pressure pulsation at step S406, it means that Pm is held more than by it near the atmospheric pressure. Then, Pm checks the no (is phase counter pressure about zero?) near the atmospheric pressure first at step S408. Although Pm is not near the atmospheric pressure, i.e., AI is a halt control state when it is in a condition higher than atmospheric pressure, since it means operating, 1 which shows that it is in an open fixing condition is set to the flag XFAV which expresses the failed state of AV13 with the flag XFAP showing the failed state of an air pump 12 for 1 which shows that it is always an operating state, respectively, and processing (step S409) is ended.

[0070] When Pm is near the atmospheric pressure, it shifts to step S410 and threshold deltaPC (it is delta PC < delta PA here.) still more nearly different from deltaP is compared. deltaP judges with that from which ASV13 is in a valve-opening condition, and pulsation of an inspired air flow path is transmitted, in being larger than deltaP < SUB > C, it sets to the flag XFAV showing the failed state of ASV13 1 which shows that it is in an open fixing condition, and ends processing (step S412). On the other hand, when deltaP is below deltaPC, it judges with what ASV13 and RV14 have in a clausilium condition, -1 which shows that it is in a closed fixing condition is set to the flag XFRV which shows the failed state of RV14, and processing (step S411) is ended.

[0071] After processing of the subroutine of drawing 12 is completed, it shifts to step S41 shown in drawing 11, and the value of Flag XAI is checked. Since failure of a device is detected when a value is -1, it shifts to step S57 mentioned later, and when a value is not -1 (it is initial value 0 since malfunction detection processing is not completed correctly), it shifts to step S43, an air pump 12 is operated, ASV13 is opened, and AI supply is started. At continuing step S44, it is confirmed whether malfunction detection conditions are satisfied. This malfunction detection condition is the same as the conditions of step S8 in drawing 4. When malfunction detection conditions are not fulfilled, judgment processing is skipped and it shifts to step S50.

[0072] When malfunction detection conditions are fulfilled, it progresses to step S45 and the value of Flag XAI is checked. By shifting to step S46, when XAI is 0 (i.e., only when malfunction detection processing is not performed yet), when the judgment result that it is already normal is obtained,

judgment processing is skipped, and it shifts to step S50. In addition, in the case of abnormalities, this processing is bypassed.

[0073] At step S46, fluctuation of the pressure value P of predetermined time is read. And the pressure average Pm is computed (step S47). Step S48 compares this Pm and threshold PD (higher than atmospheric pressure). When Pm is larger than PD, it judges with there being sufficient secondary air supply, and 1 which shifts to step S49 and shows a normal thing to the troubleshooting flag XAI is set. At step S50, when not checked and materialized [whether AI terminating condition is satisfied and], by returning to step S44, processing is repeated and secondary air supply is continued. On the other hand, when AI terminating condition is satisfied, while shifting to step S51 and stopping an air pump 12, ASV13 is closed, secondary air supply is stopped, and processing is ended.

[0074] When judged with Pm being below PD at step S48, it shifts to step S52 and this Pm and PA (it is negative pressure lower than atmospheric pressure.) are compared. When Pm is smaller than PA, ASV13 is in a clausilium condition, sets -1 which shows that it is in a closed fixing condition to the flag XFASV with which it judges with secondary air supply being barred, and the failed state of ASV13 is expressed (step S53), and shifts to step S55. As a result of the air pump's 12 having stopped on the other hand although ASV13 is in a valve-opening condition normally when Pm is more than PA, it is open for free passage an air filter 25 side, and judges with the thing in the condition almost near atmospheric pressure, -1 which shows that it is in a non-operative condition is set to the flag XFAP showing the failed state of an air pump 12 (step S54), and it shifts to step S55.

[0075] The value -1 which shows abnormalities is set to the flag XAI which shows the condition of a system at step S55. And at step S56, an air pump 12 is stopped and control to which clausilium of ASV13 is carried out is performed. In fact, since one of components is out of order, secondary air supply cannot be being performed from the first, but this processing is performed in order to avoid inducing failure of other normal devices. The warning process which notifies the purport that the purport or failure detection to follow, and which has abnormalities in a system to an operator using the display and alarm which are not illustrated like step S34 in drawing 4 at step S57 was not able to be performed is performed, and processing is ended.

[0076] According to this operation gestalt, the abnormality judging of the abnormalities of RV14 and some [other] devices can be performed before AI activation. Moreover, it is possible to also perform the abnormality judging of other devices during AI activation.

[0077] Next, the 3rd malfunction detection routine is explained with reference to drawing 13 - drawing 15 . With the secondary air supply equipment with which this malfunction detection routine of this is carried out, it differs from the secondary air supply equipment with which the point of not having the air pump 12 as shown in drawing 13 is shown in drawing 10 . Drawing 14 is the Maine flow of malfunction detection processing, and drawing 15 is a flow chart which shows the subroutine of abnormality judging processing of the reed valve of them.

[0078] Since the contents of processing of the 3rd malfunction detection routine are almost the same as the contents of processing of the 2nd malfunction detection routine, detailed explanation of a part in agreement is omitted. pass AI execution condition formation judging (step S39) and the abnormality judging in AI device (step S40) -- it shifts to the abnormality judging processing in a reed valve (step S40a). Drawing 15 is a flow chart which shows this abnormality judging processing. This abnormality judging processing excepts only steps S408 and S409 relevant to an air pump 12 among the abnormality judging processing flows shown in drawing 13 . Therefore, detailed explanation of the contents is omitted.

[0079] After processing of the subroutine of drawing 15 is completed, it shifts to step S41 shown in drawing 14 , and after the check (step S41) of Flag XAI, when a value is not -1, ASV13 is opened and AI supply is started (step S43a). Then, malfunction detection condition formation is checked (step S44), and when not filled, judgment processing is skipped and it shifts to step S50.

[0080] When malfunction detection conditions are fulfilled, Flag XAI is checked (step S45), and only when XAI is 0, it shifts to step S46, in other cases, judgment processing is skipped, and it shifts to step S50.

[0081] At step S46, fluctuation of the pressure value P of predetermined time is read. And the pressure average Pm is computed (step S47). In step S48a, it checks whether this Pm is near the atmospheric pressure (is it about zero in the case of phase counter pressure?). It judges with there being sufficient secondary air supply in the case of near the atmospheric pressure, and 1 which shifts to step S49 and shows a normal thing to the troubleshooting flag XAI is set. At step S50, when not checked and materialized [whether AI terminating condition is satisfied and], by returning to step S44, processing is repeated and secondary air supply is continued. On the other hand, when AI terminating condition is satisfied, it shifts to step S51a, ASV13 is closed, secondary air supply is stopped, and processing is ended.

[0082] By step S48a, when negative pressure is large, ASV13 is specifically in a clausilium condition, it judges with secondary air supply being barred, and shifts to step S55a, and while setting -1 which shows that it is in a closed fixing condition to the flag XFASV showing the failed state of ASV13 whose Pm is not near the atmospheric pressure, -one is set to the flag XAI which shows the condition of a system. (Step S53) . And in step S56a, control to which clausilium of ASV13 is carried out is performed. In fact, although ASV13 is in a closed fixing condition, this processing is performed in order to avoid inducing failure of other normal devices. The continuing processing of step S57 is the same in drawing 11 .

[0083] The abnormality mode of configuration equipment can be correctly judged by this malfunction detection manipulation routine as well as the 2nd malfunction detection manipulation routine.

[0084] Next, the 4th malfunction detection manipulation routine is explained with reference to drawing 16 - drawing 18 . This malfunction detection manipulation routine is carried out in the secondary air supply equipment shown in drawing 1 . And it is possible to judge the discharge quantity fall of an air pump 12 and the abnormalities in a fuel system, and to use together with the 1st malfunction detection manipulation routine shown in drawing 4 - drawing 6 .

[0085] Drawing 16 shows the Maine flow of this manipulation routine. First, at step S60, it confirms whether AI be under control. In not AI being under control, subsequent processing is skipped and it ends processing. On the other hand, in under AI control, it shifts to step S62.

[0086] next, fluctuation of the discharge pressure P of the air pump 12 of predetermined time -- the measured value of a pressure sensor 15 is read in fact (step S62), and the pressure average Pm is computed (step S64). Next, this Pm and threshold PF are compared (step S66). While setting 1 to the flag Xfaildown with which it shifts to step S67 and the flow rate fall of an air pump is expressed since it means that discharge quantity is insufficient (refer to drawing 8) when Pm is below PF, -1 which shows that it is a failed state is set to the flag XAI which shows the condition of a system, and processing is ended.

[0087] On the other hand, when Pm is larger than PF, it shifts to step S68 and Pm is compared with a threshold PG (being here $PF < PG$). While setting 1 to the flag Xjam with which it judges with the discharge pressure increasing, it shifts to step S69, and piping plugging is expressed since piping is choked up although the air pump 12 is normal when Pm is more than PG, -1 which shows that it is a failed state is set to the flag XAI which shows the condition of a system, and processing is ended.

[0088] On the other hand, when Pm is smaller than PG, it shifts to A/F sensor activation judging processing of step S70. Here, the sensor which can detect the air-fuel ratio of exhaust air containing O2 sensor 31 indicated to be an A/F sensor to drawing 1 , an excess air factor, etc. is pointed out.

[0089] Drawing 17 is the flow chart of concrete processing of this A/F sensor activation judging processing. First, at step S700, it confirms whether AI be under control. In not being under control, processing is skipped and it ends. The value of the continuing flag XAF which shows an activated state at step S702 is checked. In an activation judging unfinished case, the value of Flag XAF takes 1, when finishing [0 / in the case of the abnormalities in a sensor / activation of -1]. When XAF is at step S702 except zero, subsequent processing is skipped and it ends.

[0090] The following steps S704 and S706 compare elapsed time deltattst after engine starting, and the predetermined thresholds delta tth1 and delta tth2, respectively (here, it is $deltattst1 < deltattst2$). Since rotation of an engine 2 may not be stable when deltattst is one or less deltattst, it returns to step S700 and processing is repeated. Since it is shown that the A/F sensor is not being activated even if deltattst2 pass

when $\text{deltatst}(s)$ are two or more $\text{deltatth}(s)$, an A/F sensor judges with it being unusual, shifts to step S707, -one is set to Flag XAF, and processing is ended. Other than this, it is got blocked, and deltatth1 is exceeded, and in less than two deltatth , deltatst shifts to step S708, incorporates time amount variation deltatheta of throttle opening from an engine ECU 23, and compares this with a threshold deltathetath . When deltatheta is more than deltathetath , an engine 2 is in a transient, since the activation judging shown below cannot be performed correctly, it returns to step S700 and processing is repeated again.

[0091] At step S708, an engine stops an air pump 12 next, when it judges that deltatheta is smaller than deltathetath , ASV13 is closed, AI is halted (step S710), and difference deltalambda of A/F before and behind a halt is calculated from the output value of O2 sensor 31 (step S712). Continuing step S714 compares this deltalambda and threshold deltalambdath . If a capable difference is seen at the time of AI supply and a halt, since it can consider that the A/F sensor is being activated, it shifts to step S716, 1 is set to Flag XAF, and processing is ended. On the other hand, when a capable difference is not seen, processing is ended with 0, without changing Flag XAF noting that it is not yet activated.

[0092] The value of return and Flag XAF is checked after the judgment processing termination shown in drawing 17 by step S72 shown in drawing 16. When this value is 0, return (it is desirable establishing a fixed standby time) and a re-judging are performed to step S70. Since the processing judging using an A/F sensor not more than this cannot be performed when a value is -1, subsequent processing is skipped and it ends. And only when a value is 1, it shifts to step S74.

[0093] At step S74, target 2 order A / F value lambda2t computed from read in, then the inhalation air content G_a measured with an air flow meter 26 in secondary exhaust air A / F value lambda2 at the time of AI are computed from the output of O2 sensor 31 (step S76). The relation between this G_a and lambda2t shown in drawing 18 (a) is. Step S78 compares lambda2 and lambda2t . 1 which shows a normal purport is set to the flag XAI which shifts to step S80 and shows the condition of a system, and processing is ended noting that sufficient secondary air is supplied, when lambda2 is more than lambda2t .

[0094] On the other hand, when lambda2 is less than $[\text{lambda2t}]$, it means that the amount of supply of secondary air is insufficient. Then, first, an air pump 12 is suspended, secondary air supply is stopped by closing ASV13 (step S82), and A / F value lambda1 (it is hereafter called primary A / F value) of the exhaust air at the time of the output of O2 sensor 31 at this time, i.e., a secondary air supply halt, are read (step S84). Then, the difference of lambda2 and lambda1 is set to deltalambda (step S86), and target A/F variation $\text{delta}(A/F) = \text{deltalambdath}$ computed from the inhalation air content G_a measured with an air flow meter 26 is computed (step S88). The relation between this G_a and lambda2t shown in drawing 18 (b) is. Then, deltalambda is compared with deltalambdath (step S90). While judging with it being the case where the discharge pressure itself rises by plugging, shifting to step S91 and setting 1 to Flags Xjam and Xfaildown, respectively although the discharge quantity itself is insufficient in fact when deltalambda is below deltalambdath , -one is set to XAI and processing is ended.

[0095] On the other hand, when deltalambda is over deltalambdath , it judges with it being the case where the air-fuel ratio is rich unusually, the abnormality judging of a fuel system is performed (step S92), and the after treatment is ended. It omits about the concrete contents of the abnormality judging processing in a fuel system.

[0096] According to this processing, it becomes possible to judge correctly plugging of the flow rate fall of an air pump 12, or piping 11.

[0097] Next, the 5th malfunction detection manipulation routine is explained with reference to drawing 19 and drawing 20. This malfunction detection manipulation routine is carried out in the secondary air supply equipment shown in drawing 1.

[0098] Drawing 19 is the Maine flow of this processing. First, at step S61, it confirms whether AI be under control. In not AI being under control, subsequent processing is skipped and it ends processing. On the other hand, in under AI control, it shifts to step S63 and confirms whether to be the after [starting] first idle state (are you a first idle?).

[0099] Next, it shifts to A/F sensor activation judging processing of step S70. The contents of this activation judging processing are processing shown in drawing 17 mentioned above. After processing

shifts to step S71, and the value of Flag XAF is checked. When this value is 0, return (it is desirable establishing a fixed standby time) and a re-judging are performed to step S70. Since the processing judging using an A/F sensor not more than this cannot be performed when a value is -1, subsequent processing is skipped and it ends. And only when a value is 1, it shifts to step S71.

[0100] At step S71, cooling water temperature THW data are received from an engine ECU 23, and the normal engine speed NE1 is computed based on the relation shown in drawing 20 (a). Next, deltalambdaw which is A/F value expected to increase by secondary air supply from THW based on the relation shown in drawing 20 (b) is computed (step S75). And step S77 compares the actual engine speed NE with NE1.

[0101] When NE is larger than NE1, it shifts to step S79 and lambdaw which is anticipation A / F value in case there is no secondary air supply is computed from THW based on the relation shown in drawing 20 (c). Next, the difference of read in (step S81), and lambda 2 and lambdaw is set to deltalambda for secondary exhaust air A / F value lambda 2 at the time of secondary air supply from the output of O2 sensor 31 (step S83). And delta lambda is compared with deltalambdaw (step S85).

[0102] It judges that secondary air supply equipment is normal, it shifts to step S87, 1 is set to Flag XAI, and processing is ended noting that sufficient secondary air supply has deltalambda , in being larger than deltalambdaw .

[0103] On the other hand, when NE is one or less NE at step S77, and when deltalambda is below deltalambdaw at step S85, it shifts to step S89 and an air pump 12 is suspended, ASV13 is closed and secondary air supply is stopped. Next, read in (step S93) and the difference of lambda2 and lambda1 are set to deltalambda for primary exhaust air A / F value lambda 1 at the time of a secondary air halt from the output of O2 sensor 31 (step S95). And delta lambda is compared with deltalambdaw (step S97).

[0104] It judges that secondary air supply equipment is normal, it shifts to step S87, 1 is set to Flag XAI, and processing is ended noting that sufficient secondary air supply has deltalambda , in being larger than deltalambdaw .

[0105] On the other hand, it judges that secondary air supply equipment is unusual noting that secondary air supply does not have enough deltalambda , when smaller than deltalambdaw , and it shifts to step S99, -one is set to Flag XAI, and processing is ended.

[0106] In this malfunction detection manipulation routine, since judgment processing by compulsive OFF of secondary air supply equipment is not performed when judged with it being normal using estimated A/F (i.e., when the combustion condition immediately after starting is good), the fall of emission can be controlled and it is desirable.

[0107] This invention is not restricted to use of the malfunction detection manipulation routine of abnormalities, and all of modification of the routine which has these combination and fundamental views the same, correction, and amelioration are contained in this invention.

[0108]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, unlike the former, the existence of faults, such as abnormalities, such as an air pump which is the component part which constitutes secondary air supply equipment, a closing motion valve, a check valve, and piping, and a malfunction, and its contents can be judged correctly. Furthermore, it is also possible to judge in the quick phase before secondary air supply control and under control depending on fault.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Secondary air supply paths which supply secondary air to the upstream from the exhaust emission control device of an internal combustion engine's exhaust air system, The pressure sensor which is secondary air supply equipment equipped with a closing motion means to open and close said secondary air supply paths, and the check valve arranged on the lower stream of a river of said closing motion means, and is arranged on said secondary air supply paths, Secondary air supply equipment further equipped with the malfunction detection section which detects the abnormalities of a component part based on the pressure value and pressure variation which were detected with said pressure sensor.

[Claim 2] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 1 characterized by detecting the failure mode of each component part from the combination of the pressure behavior pattern at the time of secondary air supply control and supply interruption control.

[Claim 3] It is secondary air supply equipment according to claim 2 characterized by arranging the air pump at the upstream of said closing motion means, and arranging said pressure sensor in the mid-position of said air pump and said closing motion means.

[Claim 4] It is secondary air supply equipment according to claim 3 characterized by for said pressure sensor being an absolute-pressure sensor, and said malfunction detection section memorizing the detection value in front of engine starting of said pressure sensor as atmospheric pressure.

[Claim 5] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment given in either of claims 3 or 4 characterized by having further the function which supervises the flow rate of said air pump from the output value of said pressure sensor.

[Claim 6] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 3 to 5 characterized by detecting plugging of said secondary air supply paths by making said air pump drive, respectively at the time of open and close control of said closing motion means, and detecting the discharge pressure of said air pump.

[Claim 7] Secondary air supply equipment according to claim 1 to 6 characterized by having further the air-fuel ratio sensor arranged at said exhaust air system, and inputting the output into said malfunction detection section further.

[Claim 8] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 7 characterized by performing an abnormality judging based on the difference of the target air-fuel ratio and real air-fuel ratio according to an inhalation air content.

[Claim 9] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 7 characterized by performing an abnormality judging based on the difference of the anticipation air-fuel ratio and real air-fuel ratio according to engine cooling water temperature.

[Claim 10] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 7 to 9 which performs an abnormality judging based on the difference of the air-fuel ratio at the time of secondary air supply control and halt control.

[Claim 11] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 7 to 10 which is turning OFF secondary air supply control compulsorily temporarily, and judges activation of

said air-fuel ratio sensor.

[Claim 12] Said pressure sensor is secondary air supply equipment according to claim 1 characterized by being arranged in the middle of said closing motion means and said check valve.

[Claim 13] Said malfunction detection section is secondary air supply equipment according to claim 12 which detects the abnormalities of said check valve based on the pressure value and pressure variation by which said closing motion means is detected with said pressure sensor in a closed control state.

[Translation done.]

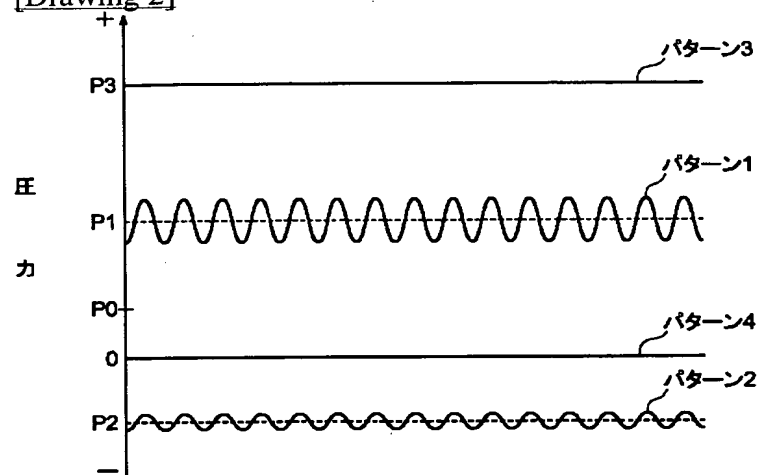
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

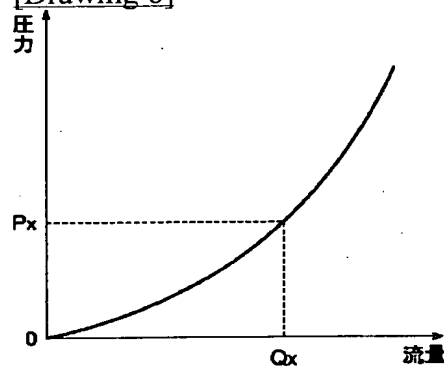
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

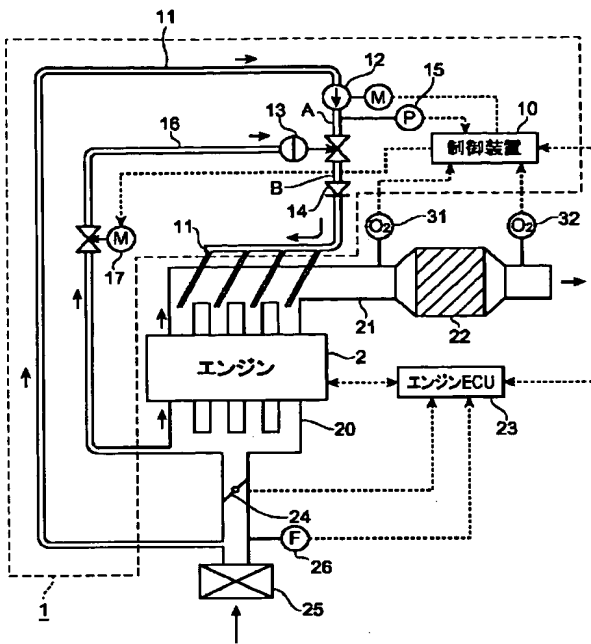
[Drawing 2]



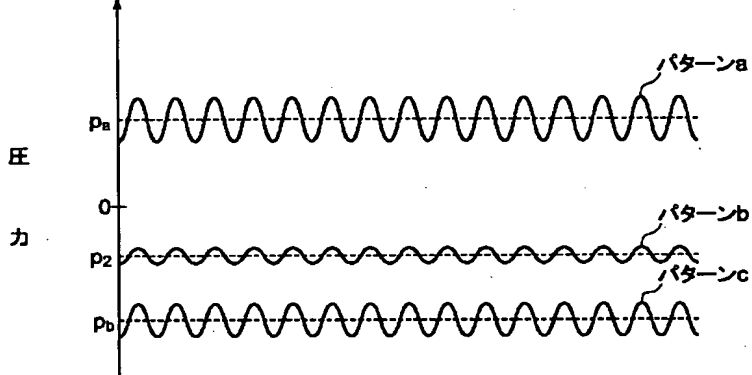
[Drawing 8]



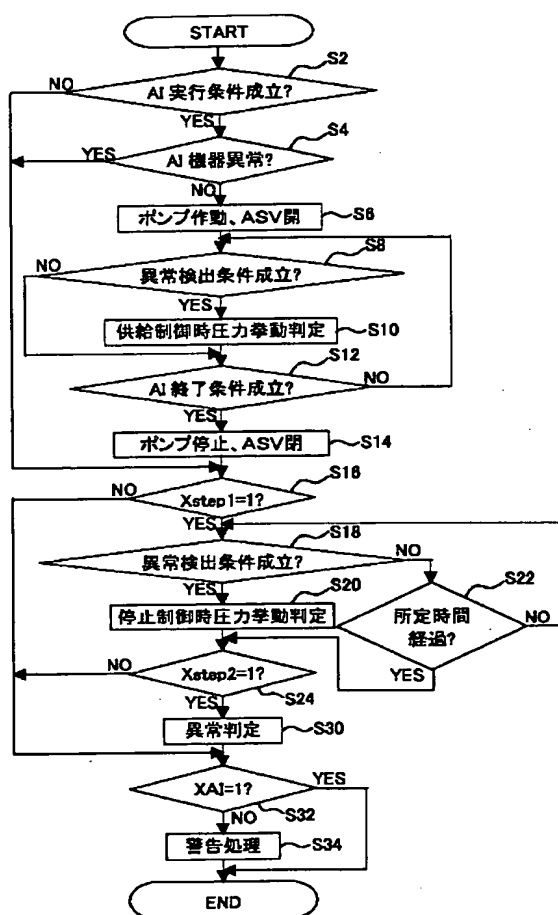
[Drawing 1]



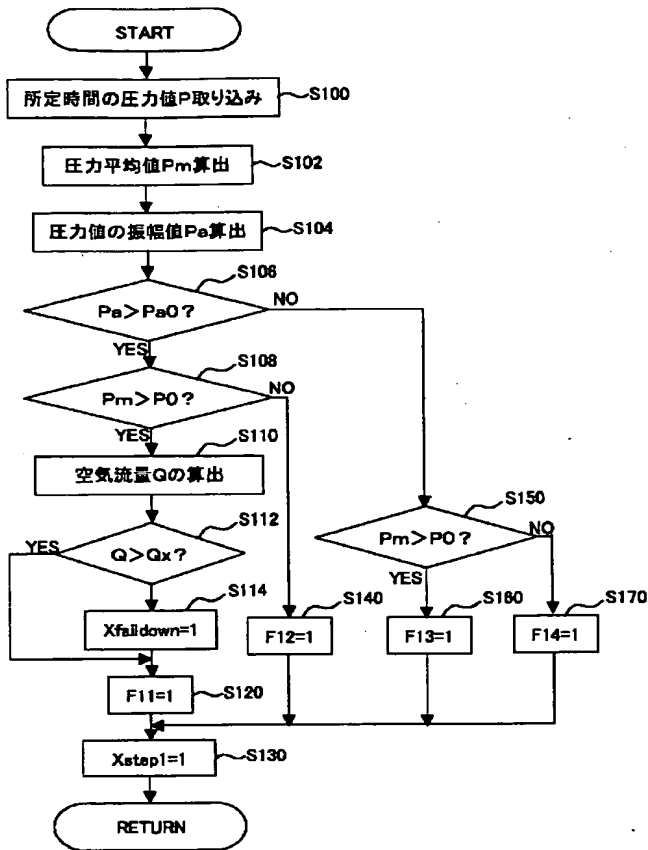
[Drawing 3]



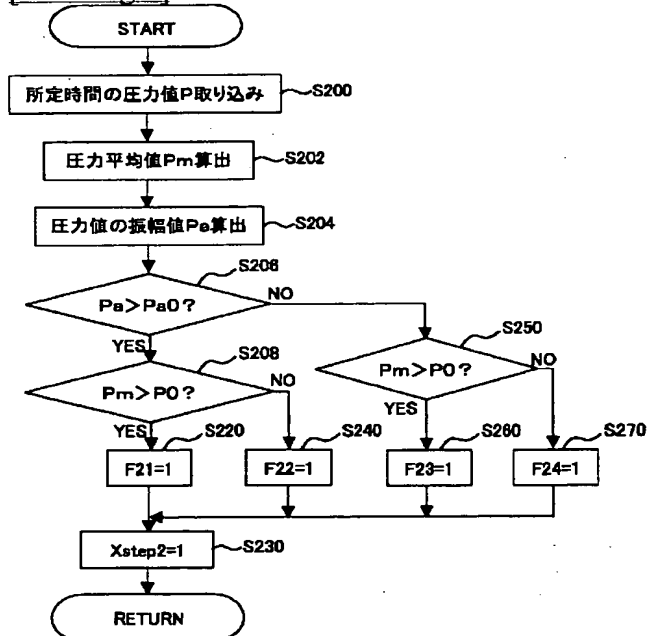
[Drawing 4]



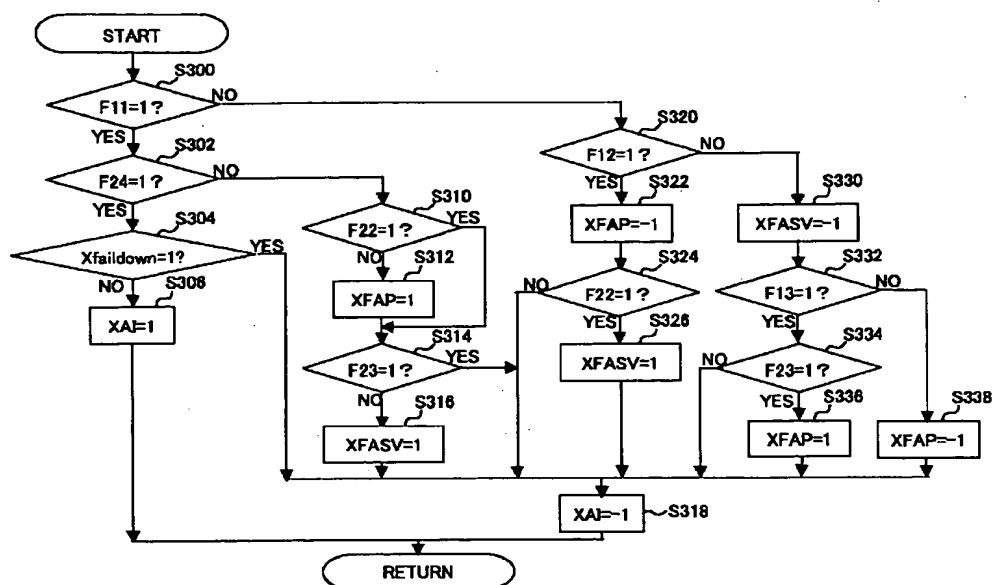
[Drawing 5]



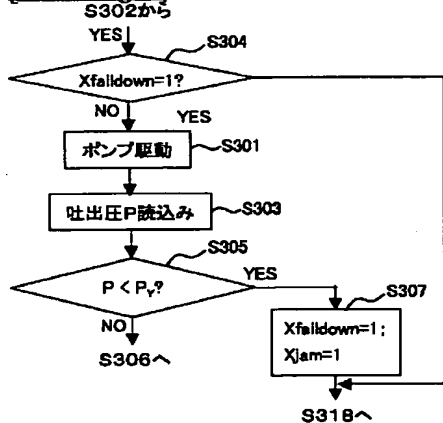
[Drawing 6]



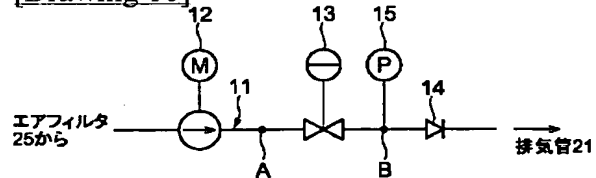
[Drawing 7]



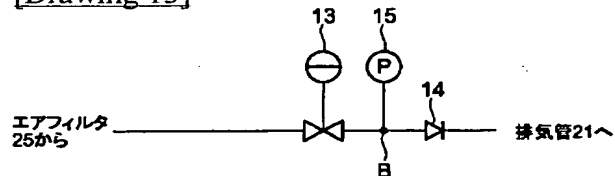
[Drawing 9]



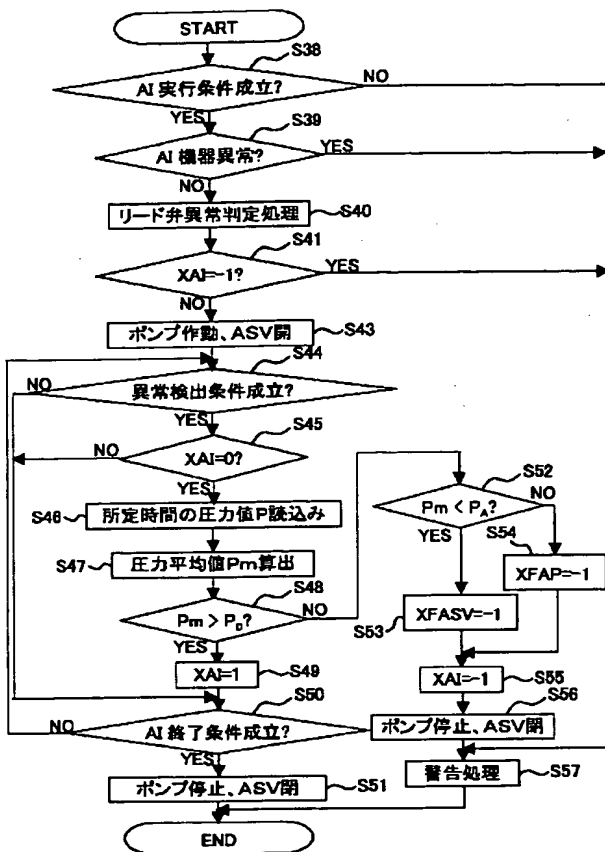
[Drawing 10]



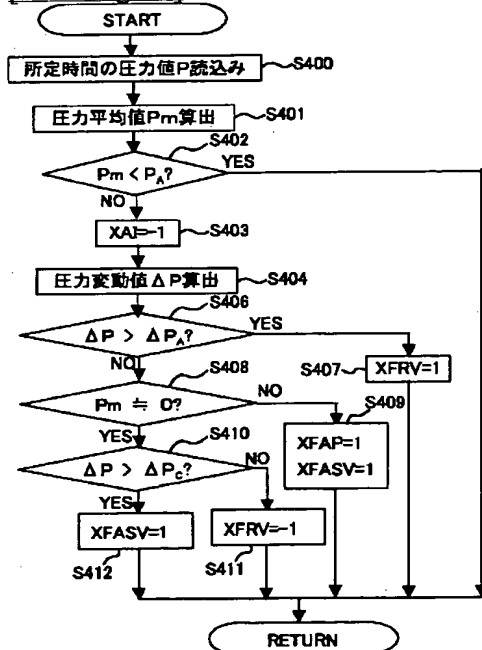
[Drawing 13]



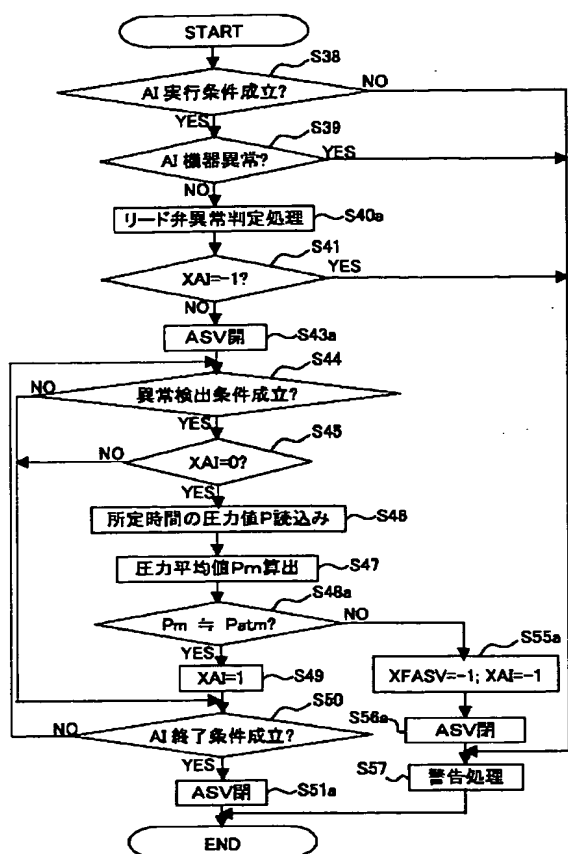
[Drawing 11]



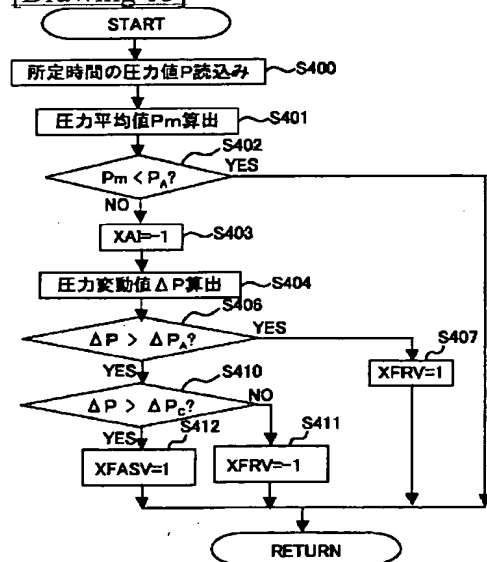
[Drawing 12]



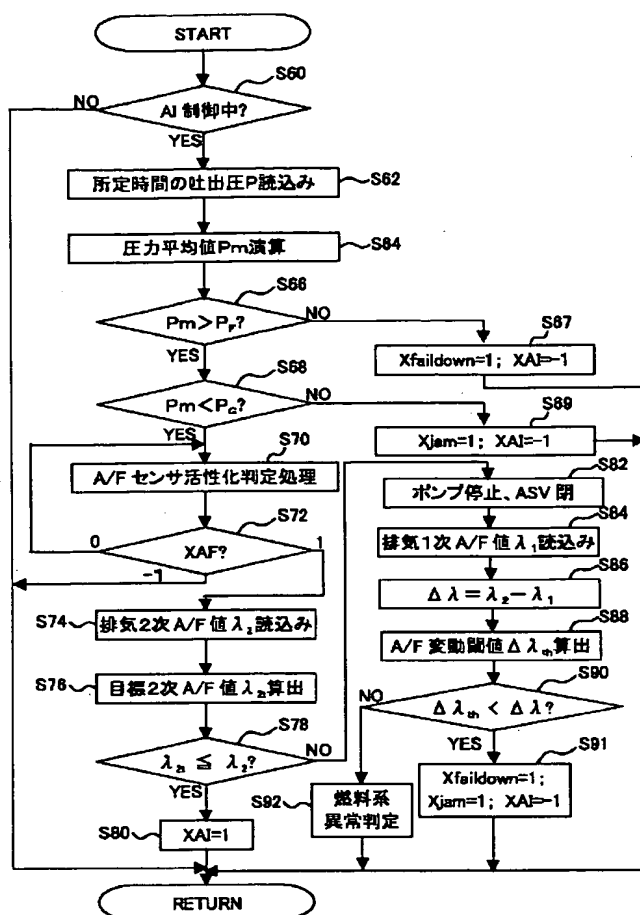
[Drawing 14]



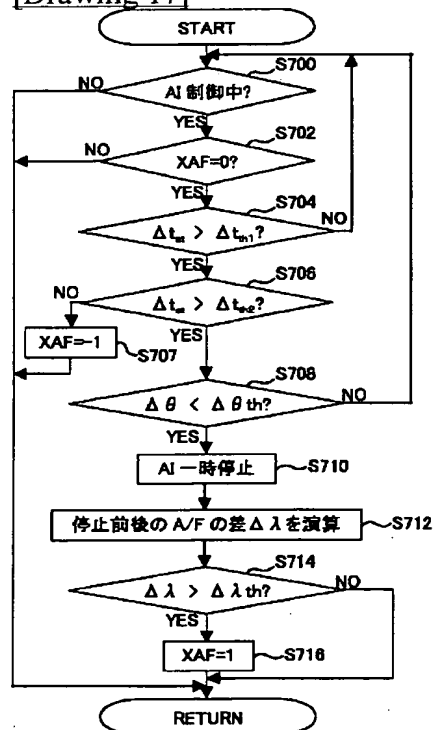
[Drawing 15]



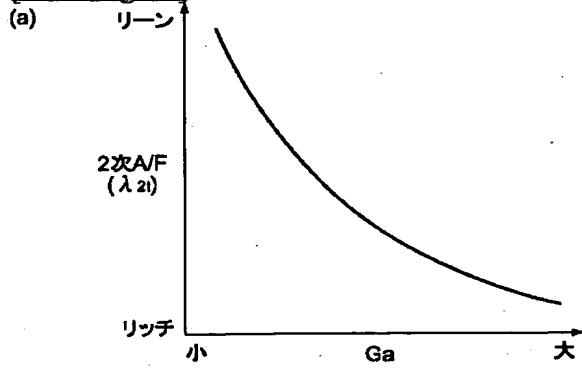
[Drawing 16]



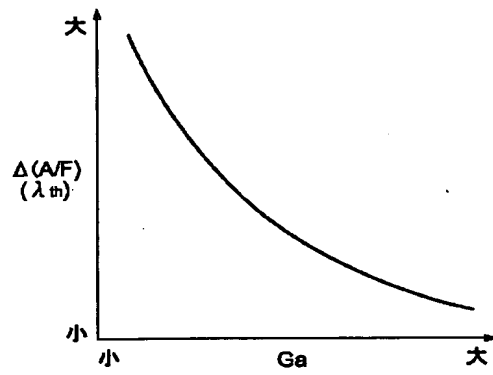
[Drawing 17]



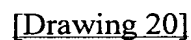
[Drawing 18]

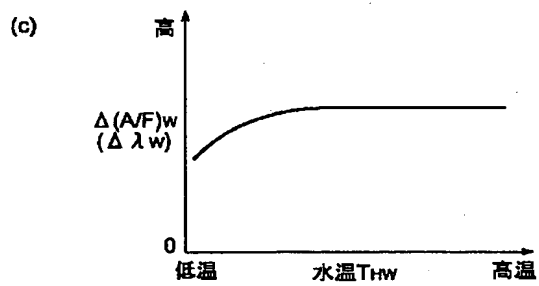
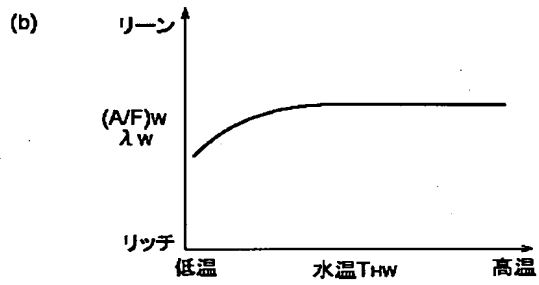
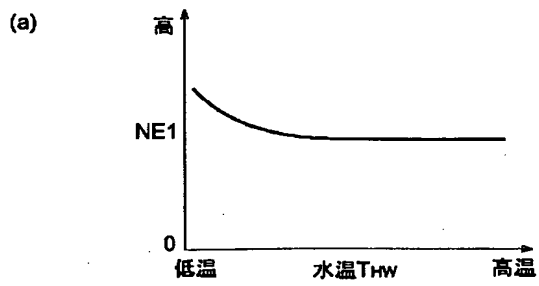


(b)



[Drawing 19]





[Translation done.]